



---

since 1558

# Behandlung und funktionelle Ergebnisse von perilunären Luxationen und Luxationsfrakturen

Dissertation  
zur Erlangung des akademischen Grades

doctor medicinae (Dr.med.)

vorgelegt dem Rat der Medizinischen Fakultät  
der Friedrich -Schiller -Universi tät Jena

von Kateřina Plíhalová

geboren am 03.03.1984 in Budweis

Gutachter

1. ....
2. ....
3. ....

---

## Abkürzungsverzeichnis

a.p.	anterior posterior
bzw.	beziehungsweise
ca.	circa
CL	capitolunär
CT	Computertomographie
DASH	Disability of Arm Schoulder
DISI	dorsal intercalated segment instability
Dorsalext.	Dorsalextension
evtl.	eventuell
Ext.	Extension
Flex.	Flexion
LF	Luxationsfraktur
Lig.	Ligamentum
M	Medianus
max	Maximum
min	Minimum
MRT	Magnetresonanztomographie
N.	Nervus
Palmarflex.	Palmarflexion
PISI	palmar intercalated segment instability
PL	perilunäre Luxation
PLF	perilunäre Luxationsfraktur
R.	Ramus
R	Radialis
Radialabd.	Radialabduktion
RL	radiolunär
SL	scapholunär
U	Ulnaris
Ulnarabd.	Ulnarabduktion
z.B.	zum Beispiel

---

## Zusammenfassung

Die folgende Studie erläutert und analysiert Ursachen, Folgen und Verläufe sowohl der perilunären Luxation (PL) wie auch der perilunären Luxationsfraktur (PLF).

PL und PLF gelten dabei als seltene Hochrasanzverletzungen im Bereich der Handwurzelknochen (*Hildebrand et al. 2000, Forli et al. 2009*) und stellen etwa 10% aller karpalen Verletzungen dar (*Dobyns et al. 1975*). Insbesondere bei Verletzungen des Handgelenkes, es wird bei fast jeder Tätigkeit im Alltag benötigt, muss die Diagnose unbedingt sehr früh gestellt werden, um die Schwere der Erkrankungsfolgen zu minimieren bei gleichzeitiger Erhaltung bestmöglicher Gelenkfunktion.

Von den insgesamt 20 Patienten die zwischen 2003 und 2008 am Universitätsklinikum Jena mit PL und PLF behandelt wurden, konnten 16 für die Studie akquiriert werden. In 6 dieser Fälle handelte es sich um PL, in den weiteren 10 um PLF. Die Versorgung erfolgte in allen Fällen operativ. Nach einem Intervall von durchschnittlich 29 Monaten fand dann eine Nachuntersuchung statt um die Ergebnisse zu evaluieren.

Die PLF erzielten dabei geringfügig bessere Ergebnisse als die PL. So lagen die durchschnittlichen Werte für den DASH-Score bei der Nachuntersuchung der PLF bei 30 Punkten und bei der PL bei 34. Für den Mayo Wrist Score wurden 75, bzw. 72 Punkte erzielt. Insgesamt verzeichneten wir 2 exzellente, 2 gute, 9 mittelmäßige und nur 3 schlechte Ergebnisse. Die aktive Beweglichkeit war in beiden Gruppen jeweils lediglich nur noch um ein Viertel eingeschränkt. Bei der Kraftmessung mit dem LAMAR-Handergometer erreichten die Patienten postoperativ immerhin 76% der Kraft ihrer Gegenseite. Zwar war kein Patient völlig schmerzfrei. Die Schmerzangaben in Ruhe lagen aber durchschnittlich nur noch bei 2 und unter Belastung bei 5 Punkten auf einer Skala von 0 bis 10. Schließlich kehrten trotz der Einschränkung, die in klinischen Ergebnissen beobachtet werden konnte, 62,5% der Patienten ins Berufsleben zurück.

---

## Inhaltsverzeichnis

<b>1. Einleitung</b>	<b>8</b>
<b>1.1. Einführung</b>	<b>8</b>
1.2. Anatomische Grundlagen	9
1.2.1. Knöcherne Strukturen in Handwurzelbereich	9
1.2.2. Bandverbindungen	10
1.2.3. Innervation	14
<b>1.3. Perilunäre Luxation und Luxationsfraktur</b>	<b>15</b>
1.3.1. Pathomechanismus und Formen der perilunären Luxation	15
1.3.1.1. Pathomechanismus der Luxation	15
1.3.1.2. Klassifikation der perilunären Luxation	17
1.3.1.2.1. Nach Mayfield	17
1.3.1.2.2. Nach Johnson	19
<b>1.4. Symptome bei perilunären Luxation</b>	<b>20</b>
<b>1.5. Radiologische Diagnostik der perilunären Luxation</b>	<b>20</b>
1.5.1. Normale Handgelenkgeometrie und carpale Instabilität	21
<b>1.6. Therapie und Begleiterkrankungen</b>	<b>24</b>
1.6.1. Ziele	24
1.6.2. Therapieformen	25
1.6.3. Vorgehen bei der Therapie	25
1.6.3.1. Reposition	25
1.6.3.2. Operative Versorgung der PLD	26
1.6.3.3. Operative Versorgung der PLDF	27
1.6.4. Komplikationen und deren Therapie	28
1.6.4.1. Handgelenksdenervierung	28
1.6.4.2. Teilarthrodese	29
1.6.4.3. Arthrodese	29

<b>2. Ziele und Problemstellung der Arbeit</b>	<b>31</b>
<b>3. Material und Methoden</b>	<b>32</b>
3.1. Patientengut	32
3.2. Untersuchungen	32
3.2.1. Nachuntersuchung	32
3.2.1.1. Bewegung	32
3.2.1.2. Kraft	33
3.2.1.3. Schmerzen	33
3.2.2. Scores	33
3.2.2.1. DASH – Fragebogen	33
3.2.2.2. Mayo Wrist Score	34
<b>4. Ergebnisse</b>	<b>36</b>
4.1. Deskriptive Ergebnisse	36
4.1.1. Patientenzahl	36
4.1.2. Alter und Geschlechtsverteilung	37
4.1.3. Seitenverteilung zwischen Linkshändern und Rechtshändern auf die betroffene Hand	38
4.1.4. Unfallursachen bei den Probanden	39
4.1.5. Klassifikation der Verrenkung	39
4.1.6. Operatives Vorgehen	40
4.1.7. Beruf	41
4.1.7.1. Verteilung der beruflichen Hand	41
4.1.7.2. Dauer der Arbeitsunfähigkeit	42
4.1.7.3. Berufliche Situation nach der Behandlung	42
4.2. Analytische Ergebnisse	43
4.2.1. Verteilung der Bewegungsausmaße zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung	43
4.2.2. Verteilung der Bewegungsausmaßen innerhalb der Luxationsgruppen	45
4.2.3. Kraft	46
4.2.4. Schmerzen	47

4.2.4.1. Schmerzentwicklung	47
4.2.4.2. Visuelle Analogskala	48
4.2.5. Ergebnisse des DASH – Fragebogens	51
4.2.5.1. Ergebnisse von Patienten nach Verletzungsart	51
4.2.5.2. Ergebnisse von Patienten mit und ohne Fraktur	52
4.2.6. Auswertung nach dem Mayo Wrist Score	53
<b>5. Diskussion</b>	<b>55</b>
<b>5.1. Deskriptive Ergebnisse</b>	<b>55</b>
5.1.1. Geschlechtsverteilung und Ursache der PL und PLF	55
5.1.2. Altersverteilung der PL und PLF	56
5.1.3. Klassifikation der PL und PLF	57
5.1.4. Dauer der Arbeitsunfähigkeit	57
5.1.5. Berufliche Eingliederung in den alten Beruf	58
<b>5.2. Analytische Ergebnisse</b>	<b>58</b>
<b>6. Schlussfolgerung</b>	<b>63</b>
<b>7. Literatur</b>	<b>64</b>
<b>8. Anhang</b>	<b>72</b>
8.1. DASH- Fragebogen	72
8.2. Mayo Wrist Score	76
8.3. Lebenslauf	77
8.4. Danksagung	78
8.5. Ehrenwörtliche Erklärung	79

## 1. Einleitung

### 1.1. Einführung

Die perilunäre Luxation ist die häufigste Form der karpalen Verrenkung. Sie rangiert mit 10% der Handwurzelverletzungen hinter den Scaphoidbrüchen an zweiter Stelle. Dabei treten komplexe Bandzerreißen und Frakturen im Bereich des Os lunatum vor allem als Folge einer extremen Hyperextension des Handgelenkes bei Rasanztraumen auf. Ursache dafür sind vor allem Verkehrsunfälle, Stürze aus großer Höhe sowie sportliche Aktivitäten.

Bei diesen mehrfachverletzten Patienten stehen Schädel-, Wirbelsäule- und Beckenverletzungen im Vordergrund. Die Folgeschwere der perilunäre Luxation nimmt dabei häufig zu, wenn die durch die Bandläsion bedingte karpale Instabilität nicht erkannt wird. Literaturangaben sprechen von primären Fehldiagnosen in bis zu über 50 Prozent der Fälle (*Böhler 1954, Saffar 1988*).

Bei Luxationen im Handwurzelbereich ist eine rasche Reposition nötig. Die unbehandelte perilunäre Luxation führt zu schwerwiegenden sekundären Verletzungsfolgen, die meist nur operativ, unter Funktionsverlust, zu bessern sind. Die Folgen der Fehlbehandlung einer Handwurzelverletzung können karpaler Kollaps und Arthrosen im MC - und RC - Gelenk sein.

Die erste umfangreiche Beschreibung perilunärer Luxation wurde 10 Jahre nach der Entdeckung der Röntgentechnik 1905 von Etienne Destot, einem Radiologen und Anatom aus Frankreich, vorgelegt (*Destot 1905*). Seitdem stellten verschiedene Autoren weitere Studien in der Literatur vor. Die bedeutendste multizentrische (*Herzberg et al. 1993*) legte dabei den Schwerpunkt auf die Wichtigkeit frühzeitiger Reposition. Falls die akute Phase nämlich nicht erkannt wird, resultiert eine irreversible chronische Phase.



Die konservative und operative Behandlung wurde kontrovers diskutiert und beobachtet (Vögele T. et al.1998).

Noch im letzten Jahrhundert bewertete man die perilunäre Luxation als ein sehr seltenes Ereignis. Heute jedoch hat sich die Zahl der diagnostizierten Verletzungen erheblich erhöht. Dies ist zum einen auf die große Zahl an Verkehrsunfällen, zum anderen auf die wesentlich verbesserte Röntgendiagnostik zurückzuführen.

Zum besseren Verständnis der Verletzung und therapeutischen Möglichkeiten werden zunächst die relevanten anatomischen Gegebenheiten dargestellt.

## 1.2. Anatomische Grundlagen

### 1.2.1. Knöcherne Strukturen im Handwurzelbereich

Als Handgelenk werden die Gelenke zwischen den distalen Gelenkflächen der Unterarmknochen (Radius, Ulna) und den Handwurzel- sowie die Mittelhandknochen bezeichnet. Die Handwurzelknochen werden durch einen straffen Kapsel-Band-Apparat stabilisiert und damit in ihren Bewegungsausmaßen eingeschränkt.

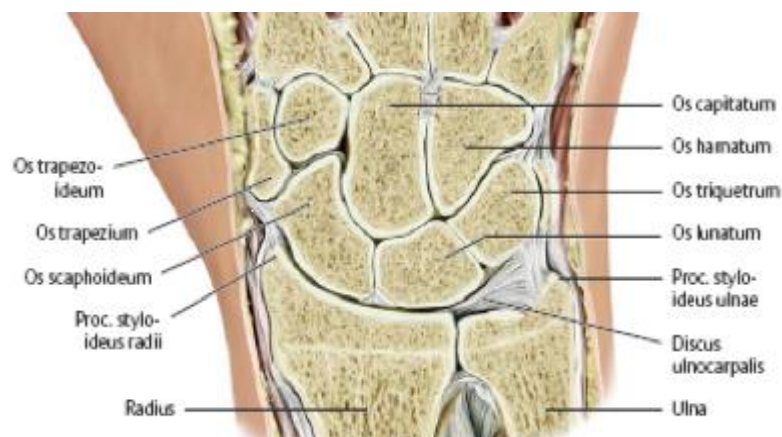


Abbildung 1.1: Koronarer Schnitt durch eine rechte Handwurzel, Ansicht von dorsal (modifiziert nach Prometheus-Lernatlas der Anatomie, Schünke et al. 2007)

Die sogenannte Handwurzel wird aus acht Karpalknochen gebildet und in zwei Reihen unterteilt, eine proximale und eine distale. Die proximale Reihe besteht aus dem Os scaphoideum, dem Os lunatum und dem Os triquetrum. Der distalen Reihe ist das Os trapezium, das Os trapezoideum, das Os capitatum und das Os hamatum zuzuordnen (*Sennwald 1987*). Das Os pisiforme zählt nicht direkt zur proximalen Handwurzelreihe, da es nur mit dem Os triquetrum gelenkig verbunden ist und als in die Sehne des Musculus flexor carpi ulnaris eingelassenes Sesambein angesehen wird. (*Platzer 1991, Schiebler 1987*).

Weder Muskeln noch Sehnen inserieren an den Knochen der proximalen Handwurzelreihe (*Jacob 1992*). Die proximale Reihe dient als mechanische Verbindung, die dem Handgelenk Rotationsstabilität verleiht, während die distale Handwurzelreihe ihre Funktion vor allem in der Stabilisierung und Kraftverteilung hat (*Atkinson und Baxley 1994*). Während isolierte Luxation und Frakturen der distalen Reihe der Handwurzelknochen sehr selten vorkommen, sind Verletzungen an der proximalen Reihe hingegen bekannte Krankheitsbilder.

### 1.2.2. Bandverbindungen

Das proximale Handgelenk fungiert als zweiachsiges Eigelenk. Es ermöglicht Dorsal- und Palmarflexion sowie die Radial- und Ulnarabduktion. Eine kräftige ligamentäre Anbindung an den Radius ist deshalb erforderlich. Die Bewegungsachse verläuft durch das Os lunatum.

Aufgrund vieler Verbindungen zwischen den einzelnen Karpalknochen wird im Handgelenk eine gute Stabilität erreicht. Diese Stabilität wird durch verschiedene Bänder verstärkt, die die Handwurzelknochen untereinander mit den Metakarpalia, mit dem Radius sowie der Ulna verbinden (*Viegas 1993, Mayfield 1976*). Palmar finden sich straffere und festere Bandverbindungen als auf der dorsalen Seite. Dorsale radiocarpale Bänder sind dünner und breitflächiger angelegt (*Schmidt et al. 2003*).

Das ist ein Vorteil, da die meisten Bewegungen mit einer Extension des Handgelenkes durchgeführt werden. Auch beim Heben schwerer Lasten wird der palmare Bandapparat intensiver belastet. Um der palmaren und ulnaren Luxationstendenz der Handwurzel entgegenzuwirken, verlaufen die Ligamente von der radialen Seite des Radius schräg über die Handwurzel zur ulnaren Seite des Carpus.

Taleisnik schlug 1976 eine Unterteilung der Bänder in zwei Gruppen vor, in eine intrinsische und eine extrinsische Gruppe. Intrinsische Bänder verbinden einzelne Handwurzelknochen, während extrinsische Bänder den Karpus an den Radius, bzw. an den Metacarpus binden (Taleisnik 1976).

Der intrinsische Bandapparat der proximalen Reihe besteht aus dem Lig. scapholunatum und dem Lig. lunotriquetrum (Perchlaner et al., 2000). Die Handwurzelknochen werden damit fest aber nicht unverschiebbar verbunden.

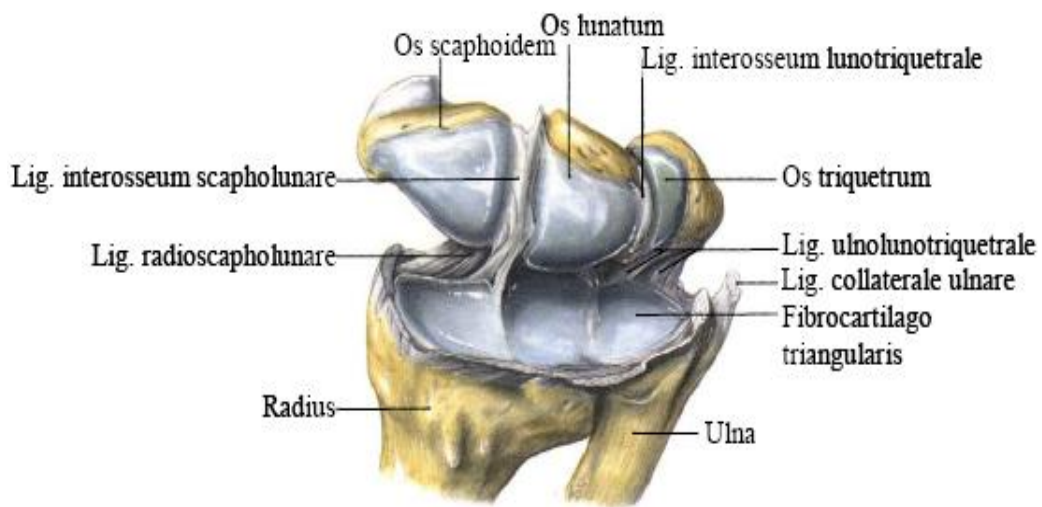


Abbildung 1.2: Radiocarpalgelenk von dorsal geöffnet (Pechlaner et al., 2000)

Die distalen Carpalia werden durch Zwischenknochenbänder straff aneinander fixiert und können sich nur geringgradig gegeneinander verschieben (Frick et al., 1992). Das extrinsische System verbindet den distalen Anteil des Unterarms mit den Handwurzelknochen. Es gibt zwei palmar gelegene V-Bänder und ein dorsal quer angeordnetes V-Band.

**1. Proximale palmare V -Bänder:** Mehrere Bänder halten den Radius, die Ulna, das Lunatum sowie den fibrokartilaginären Komplex zusammen (Lig. radiolunotriquetrum, Lig. ulnolunatum).

**2. Distale palmare V -Bänder:** Bandstrukturen, die den äußeren Rand des Radius mit dem Os capitatum verbinden, bilden das dorsale V-Band (Lig. radioscaphocapitatum, Lig. capitolunotriquetrum). Beide verhindern bei Dorsalextension ein Abgleiten des Handgelenkes nach palmar.

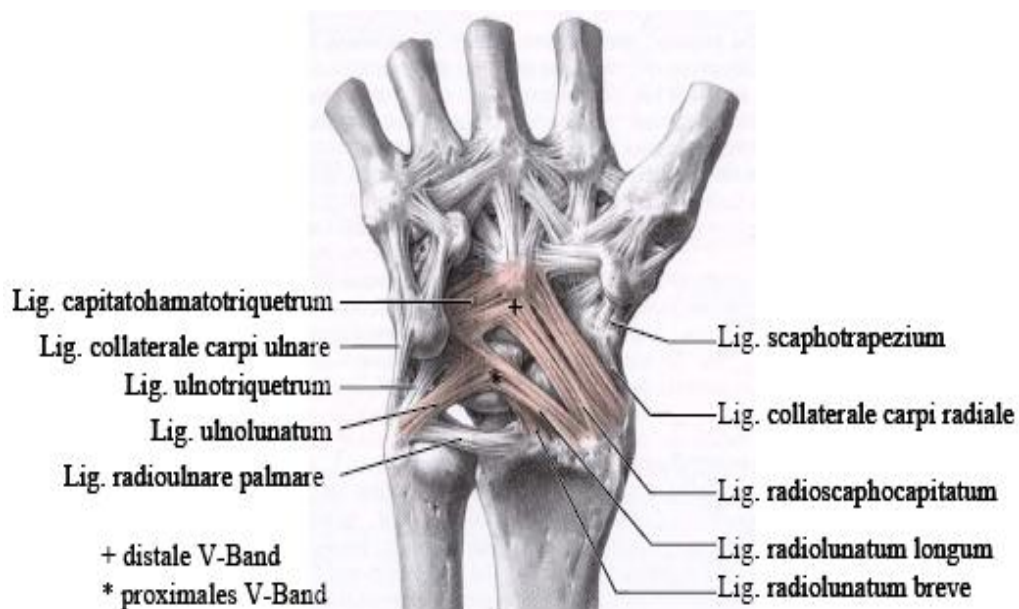


Abbildung 1.3: Extrinsischer Bandapparat von palmar ( Schmidt et al. 2003)

**3. Dorsale V-Bänder:** Diese Bandstruktur besteht aus drei Faserzügen des Lig. radiocarpale dorsale, die von der dorsalen distalen Radiuskante entspringen, zum Os scaphoideum, Os lunatum und Os triquetrum ziehen und dann zusammen mit dem von Scaphoid zum Triquetrum ziehenden Lig. intercarpale dorsale das dorsale V-Band bilden. Sie verhindert das Abgleiten des Handgelenkes nach ulnar.

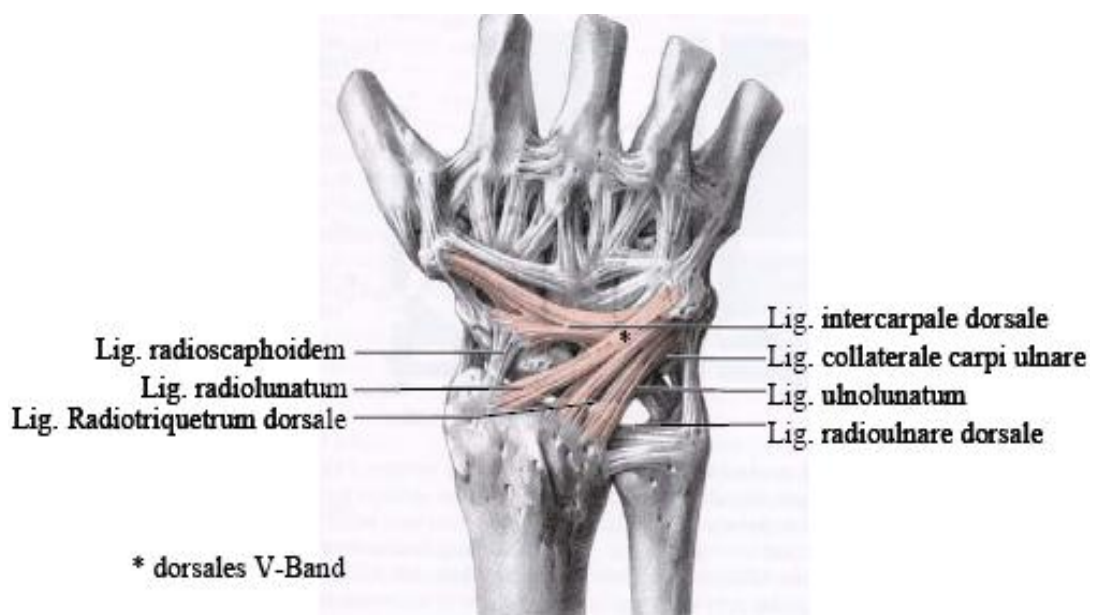


Abbildung 1.4: Dorsale V-Band von palmar (Schmidt et al. 2003)

Kommt es zur Durchtrennung der funktionellen Bandstruktur der Handwurzelknochen, folgt eine ausgeprägte Störung des Bewegungsablaufes einzelner Handwurzelknochen. Eine unphysiologische Scher- und Druckkräfteausübung wirkt auf die Knorpeloberfläche ein und kann zu deren Zerstörung führen. Gleichzeitig kommt es zu einer Verlagerung des Handwurzelknochens aus seiner ursprünglichen Position. Diese Stellungsveränderung führt zu einer gestörten Handgelenkbewegung und zu Schmerzen bei gleichzeitiger Kraftminderung (Voigt 2004).

### 1.2.3. Innervation

Die Versorgung der Handgelenke übernimmt meist aufgrund zahlreicher Anastomosen eine mehrwegige Innervation. Die Hauptversorgung geht palmar von Gelenkstäben des N. ulnaris, N. interosseus anterior und N. medianus, radial aus dem N. cutaneus antebrachii lateralis und dem R. superficialis n. radialis zu den Gelenken. Der Handrücken erhält hauptsächlich Gelenkstäbe aus dem N. interosseus posterior und dem N. cutaneus antebrachii posterior. Der ulnare Anteil der Handgelenke wird schließlich vom R. dorsalis manus des N. ulnaris erreicht (Wilhelm 1958).

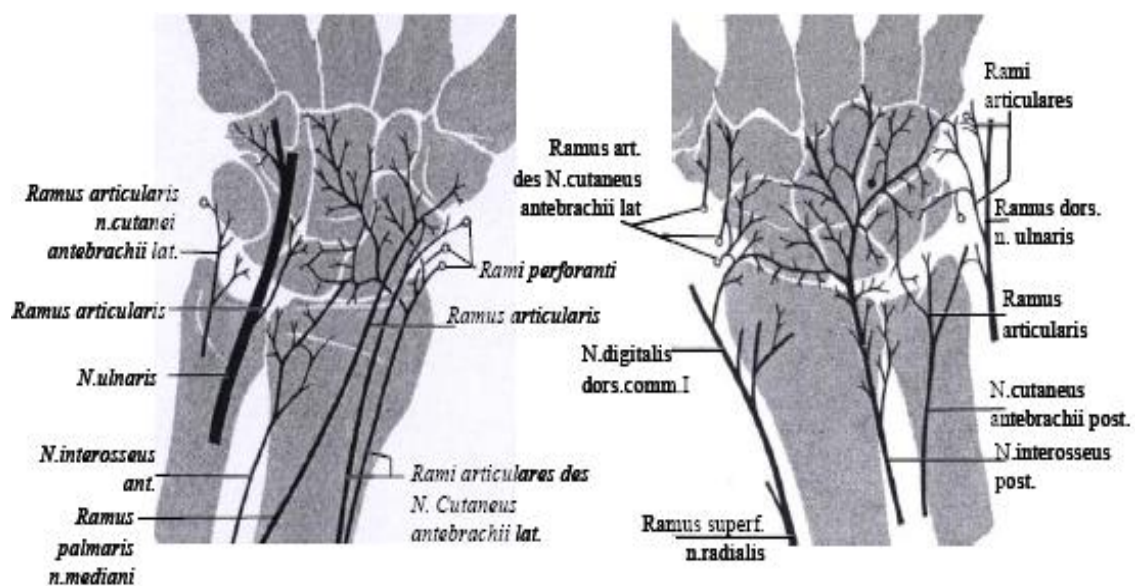


Abbildung 1.5: Nervale Versorgung der Handgelenke (Wilhelm 1958) links palmar, rechts dorsal (Schmidt et al. 2003)

### 1.3. Perilunäre Luxation und Luxationsfraktur

Die perilunäre Luxation (PL) gilt als die häufigste Verletzung der Handwurzelknochen. Sie ist die zweithäufigste knöcherne Handwurzelverletzung mit 10% hinter den Kahnbeinbrüchen (Vögele T. et al. 1998). Die perilunäre Luxation bedingt eine Verletzung des SL-Bandes zwischen Scaphoid und Lunatum. Die perilunären Luxationen im Handgelenk machen dabei 3% aller Luxationen aus (Allieu Y, et al. 1984, Dobyns JH, et al. 1984).

Häufig ist die Verrenkung von Frakturen begleitet (Böhler 1977, Herzberg et al. 1993). Meistens kommt sie in Kombination mit der Fraktur des Os scaphoideums vor (DeQuervain-Luxationsfraktur, PLF). Perilunäre Luxationen mit Scaphoidfraktur sind etwa doppelt so häufig anzutreffen wie Luxationen ohne Scaphoidfraktur. Sie sind mit 61% Anteil die häufigste Form eines perilunären Mechanismus (Schmidt et al. 2004).

#### 1.3.1. Pathomechanismus und Formen der perilunären Luxation

##### 1.3.1.1. Pathomechanismus der Luxation

Perilunäre Luxation : Verletzungsmechanismus
Hyperextension, Hyperflexion im Handgelenk
Kurbelschlag am Handgelenk
Rasanztrauma (z. B. Motorrad- und Fahrradstürze)
Hyperextension/-flexion mit Rotation (De Quervain'sche Luxationsfraktur)

Tabelle 1.1: Verletzungsmechanismus der perilunären Luxation

Der Verletzungsmechanismus geht mit progredienten carpalen Bandverletzungen einher (Tabelle 1) (Mayfield 1980, Perschi 1938, Towfigh 2001). Bei einem Sturz auf die ausgestreckte maximal überstreckte Hand, selten auf die überbeugte Hand oder durch direkte Gewalteinwirkung auf die Unterarmachse wie Kurbelschlag, entstehen perilunäre Luxationen. Am häufigsten ist die carpale Instabilität das Ergebnis extremer Hyperextensionen. Diese resultieren aus Rasanztraumata, wie sie z. B. bei Sturz aus gro-



ßer Höhe oder bei Motorrad- und auch Fahrradunfällen an der Handwurzelknochen entstehen (Rowlings 1981, Towfigh 2001). Je nach Stellung des Handgelenkes und Richtung der eintretenden Kraft kommt es sowohl zu Bandzerreißen in der Handwurzel wie auch zu Verletzungen des Unterarmes.

Durch den Riss schwächerer Bänder zwischen Os lunatum und Os capitatum wird die perilunäre Luxation eingeleitet, wobei bei der Hyperdorsalflexion am Handgelenk der Unterarm und das Mondbein gegenüber der fixierten Hand palmar weggeschoben werden. So entsteht die typische perilunäre **dorsale** Luxation. Bei dieser Form bleiben der Radius und das Lunatum im Gefüge stehen und die übrigen Handwurzelknochen sind um das Lunatum nach dorsal verrenkt (Towfigh 2001).

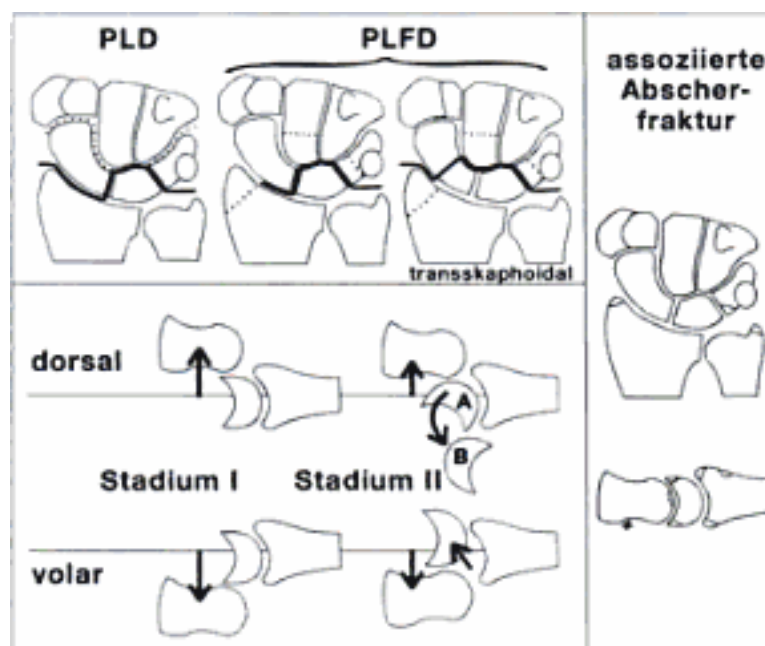


Abbildung 1.6: Klassifikation der perilunären Frakturen und Luxationsfrakturen (Herzberg 2005)

Die perilunäre **palmar** Luxation kommt ebenfalls auch nach einem Sturz auf die gebeugte Hand vor (Scharizer 1982, Schneck 1930), wobei hier das Mondbein mit dem Radius dorsal der übrigen Handwurzelknochen zu finden ist, bzw. von der proximalen



Handwurzelreihe nur noch das Mondbein in normaler Position zum Radius steht. Die gesamte übrige Hand ist nach palmar verschoben. Die perilunäre palmare Luxation ist so selten wie eine reine lunäre Luxation (*Scharizer 1982*).

Die perilunäre Luxation stellt die schwerste Verletzung in Bezug auf die ligamentäre Schädigung dar, wobei je nach Form auch noch knöcherne Mitbeteiligungen vorliegen können. Am häufigsten tritt eine De Quervainsche Fraktur (PLF) auf. Eine PLF ist etwa zweimal so häufig wie PLD (*Herzberg 2005*).

### 1.3.1.2. Klassifikation der perilunären Luxation

#### 1.3.1.2.1. Nach Mayfield

Mayfield und Mitarbeiter haben 1976 nachgewiesen, dass die perilunäre Luxation in 4 Stadien abläuft, deren Endstadium die Lunatumluxation darstellt (Tabelle 2) (*Mayfield et al. 1976*). Da die perilunäre Luxation unterschiedliche Stadien durchläuft, können auch die Gefügestörung des Lunatums zum Radius sowie zum Capitatum, aber auch die zu den Nachbarknochen wie Triquetrum und Scaphoid als Zeichen einer beginnenden oder abgelaufenen Luxation gewertet werden (*Towfigh, 2001*).

Ablaufstadien der perilunären Luxation	
Stadium 1.	Rotationssubluxation des Scaphoids mit SL-Dissoziation (Lig.scapholunatum)
Stadium 2.	+ dorsale Subluxation des Capitatus im Verhältnis zum Lunatum (Lig.radioscaphocapitatum)
Stadium 3.	+ metacarpale Subluxation als DISI- oder PISI- Achsenfehlstellung (Läsion des Lig.lunotriquetrum und Lig. radiotriquetrum dorsale)
Stadium 4.	+ palmare Luxation des Lunatums

Tabelle 1.2: Ablaufstadien der perilunären Luxation nach Mayfield (*Breitenseher 2005*)

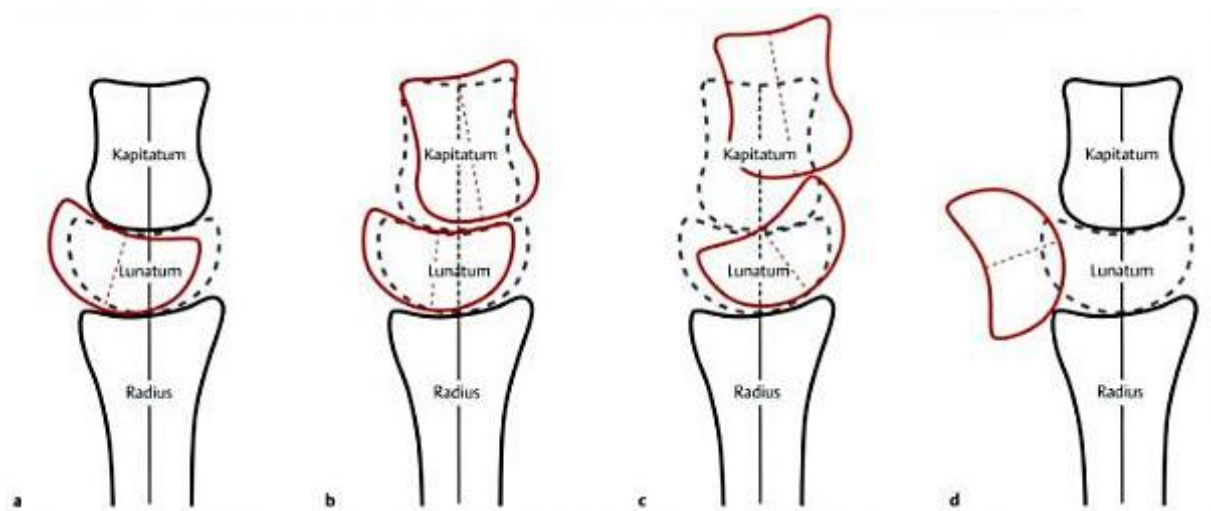


Abbildung 1.7: Stadien der perilunären Luxation und Instabilität (Breitenseher 2005)

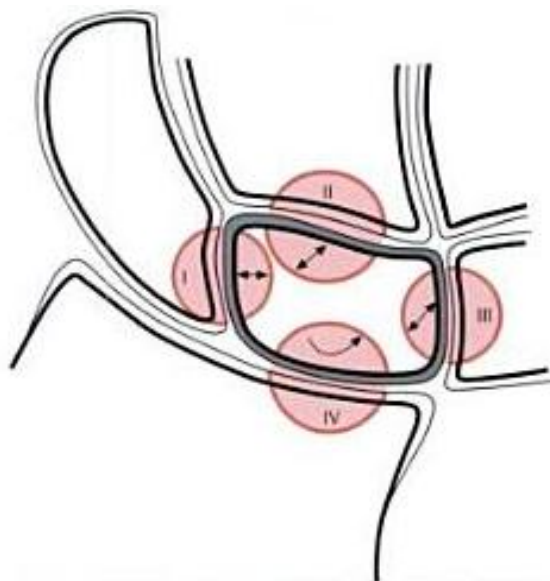


Abbildung 1.8: Schema der Stadien der perilunären Luxation nach Mayfield (Breitenseher 2005)

### 1.3.1.2.2. Nach Johnson

Johnson unterscheidet Läsionen vom Typ „kleiner Bogen“ (Lesser Arc), die reinen Luxationen mit Fraktur des Radius oder Ulnae entsprechen, von Läsionen des Typs „großer Bogen“ (Grater Arc), die Luxationsfrakturen entsprechen. Neben dem Scaphoid können bei der perilunären Luxationsfraktur noch das Triquetrum und Kapitatum betroffen sein.

<i>Klassifikation der Luxationsfraktur der Hand nach Johnson</i>		
Scaphoidfraktur	transscaphoidale LF	Grater Arc
Triquetrumfraktur	transtriquetrale PLF	Grater Arc
Kapitatumfraktur	Scaphoid-Kapitatumfraktur (Fenton)	Grater Arc
Radiusfraktur		Lesser Arc
Ulnafraktur		Lesser Arc

Tabelle 1.3: *Klassifikation nach Johnson (Breitenseher 2005)*

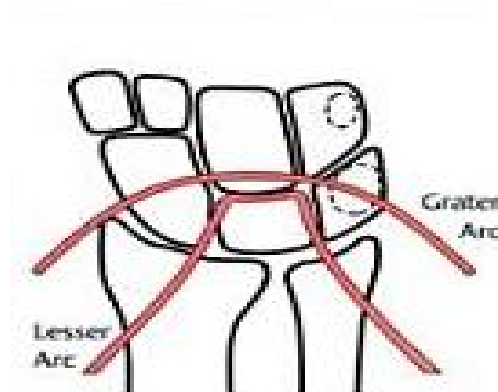


Abbildung 1.9. *Verletzungslinien „Grater Arc“ und „Lesser Arc“ nach Johnson (Breitenseher 2005)*

## 1.4. Symptome bei perilunären Luxation

Im akuten Stadium ist die perilunäre Luxation durch die klinische Untersuchung sehr oft leicht zu diagnostizieren, sie geht meistens mit einer schmerzhaften Bewegungseinschränkung einher. Als klinische Symptomatik werden Schmerzen durch Subluxation und Schnapp-Phänomene sowie durch Bewegungseinschränkungen aufgrund der Nichtkopplung von Scaphoid und Lunatum im Handgelenk erklärt (*Towfigh H. 2001*). Die Kraftminderung ist die Folge des sich in Fehlstellung befindlichen Mondbeines und kann mit der vorhandenen Schmerzsymptomatik erklärt werden. Je nach Schwere des Traumas können gelegentlich Sensibilitätsstörungen auch im Medianusgebiet aufgrund der Subluxation des Mondbeines auftreten. Generell muss eine Gesamtuntersuchung mit ausführlicher Anamnese, Schmerzangaben, Prüfung des Bewegungsausmaßes, Palpation und Durchblutungskontrolle stattfinden.

## 1.5. Radiologische Diagnostik der perilunären Luxation

Mit alleiniger klinischer Anamnese und Untersuchung kann die Handwurzelluxation sehr leicht übersehen bzw. falsch diagnostiziert werden. Um die Rate der perilunären Luxationen niedrig zu halten, sind eine frühzeitige Erkennung und Entscheidung zur Durchführung einer Operation notwendig. Bei bestehendem klinischen Verdacht auf eine Luxation wird eine Standardröntgenaufnahme (a. p. und seitlich) durchgeführt. Trotz gründlicher Röntgendiagnostik kann eine Vielzahl von Frakturen jedoch auch übersehen werden. Voigt vertritt die Meinung, dass, wenn sich in den Standardröntgenaufnahmen Luxationen oder Frakturen zeigen und diese mit der klinischen Symptomatik kohärent sind, die Diagnostik zunächst ausreichend ist (*Voigt 2006*). Liegen Diskrepanzen vor oder ist bei deutlicher klinischer Symptomatik keine Fraktur oder Luxation sichtbar, muss im Anschluss ein Schnittbildverfahren zum Einsatz kommen. Viele Autoren plädieren deshalb für eine großzügige Indikationsstellung zur MRT, bzw. CT (*Frahm et al., 1992, Schindler et al., 1996*).



Abbildung 1.10: *Laterale und a. p. Ansicht von perilunären Luxation (Gabl et al. 1996)*

Der wesentliche Vorteil der CT liegt in der exakten Zuordnungsmöglichkeit dislozierter Fragmente, der Abgrenzung durch kleinste intraartikuläre Fragmente und der Beurteilung begleitender Luxationsfehlstellung. Durch die elektronische Nachbearbeitung ist das Handgelenk in jeder Projektion einzusehen. Daneben gewinnt mehr und mehr die magnetresonanztomographische Untersuchung an Gewicht. Die Magnetresonanztomographie ermöglicht den Nachweis von Knochenmarködemen, Bandzerreigungen und der im Gefolge von perilunären Luxationen möglichen Osteonekrosen des Os lunatum oder des proximalen Scaphoidfragments (*Schmidt et al. 2004*).

#### **1.5.1. Normale Handgelenkgeometrie und carpale Instabilität**

Durch Hilfslinien und Winkelbestimmung können pathologisch verstellte Handwurzelknochen sichtbar gemacht werden. Bei einer gesunden Hand fallen bei einer seitlichen Röntgenaufnahme die longitudinale Achse des Radius, des Lunatum und des Capitatum auf eine Linie. Radiolunärer und capitulunärer Winkel bilden somit je eine 0 Gradstellung zu einander. Die longitudinale Achse des Kahnbeines bildet mit dieser

Achse einen scapholunären Winkel, der unter typischen Bedingungen zwischen 30 und 60 Grad liegt.

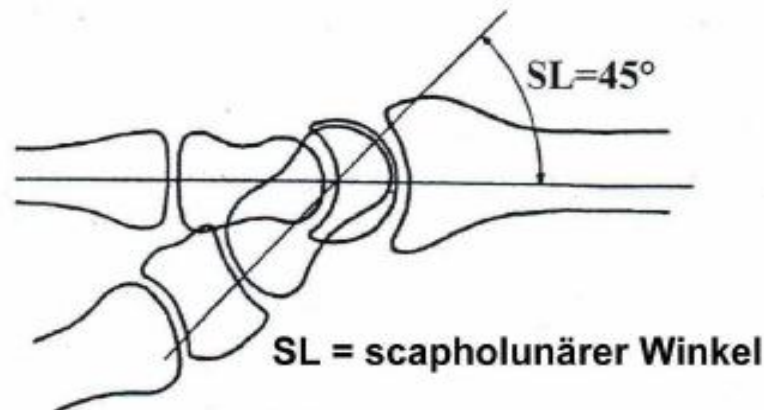


Abbildung 1.11: Der scapholunäre Winkel beträgt im Normalfall 30-60 Grad, der radiolunäre und capitulunäre Winkel je 0 Grad (Linscheid et al., 1972).

Werte über 70 Grad sind eindeutig pathologisch. Die Stabilität wird durch das Kahnbein und seine ligamentäre Verspannung über Radius, Mondbein und Kopfbein gesichert. So können bei größeren Stauchungskräften Subluxationstendenzen der Handwurzelknochen blockiert werden. Bei größerer Kraftzunahme kommt es zur Bandverletzung und Subluxation mit evtl. Frakturen (Linscheid et al., 1972).

Steiger und Sennwald dagegen vertreten die Meinung, dass bei einer carpalen Instabilität primär keine Bandruptur vorliegen muss, die Bänder allenfalls überdehnt würden, wenn eine Instabilität über einen längeren Zeitraum bestünde. Die carpal Instabilität wird dabei in die beiden Hauptgruppen der dorsalen Instabilität (dorsal intercalated segment instability; DISI) und die der palmar Instabilität (palmar intercalated segment instability; PISI) eingeteilt. Desweiteren wird zwischen statischen und dynamischen Instabilitäten unterschieden sowie eine Einteilung nach der Lokalisation vorgenommen (Steiger und Sennwald 1990).

Bei der DISI-Deformität (dorsiflexion intercalated segment instability), wobei unter „intercalated segment“ der Komplex aus proximaler Handwurzelreihe einschließlich proximaler Kahnbeinfragment subsummiert wird, ist das Mondbein in Bezug auf die longitudinale Achse des Radius nach dorsal flektiert und nach ventral verschoben. Die longitudinalen Achsen von Radius und Kopfbein liegen nicht mehr auf einer Linie, der scapholunäre Winkel vergrößert sich auf über  $70^\circ$ .

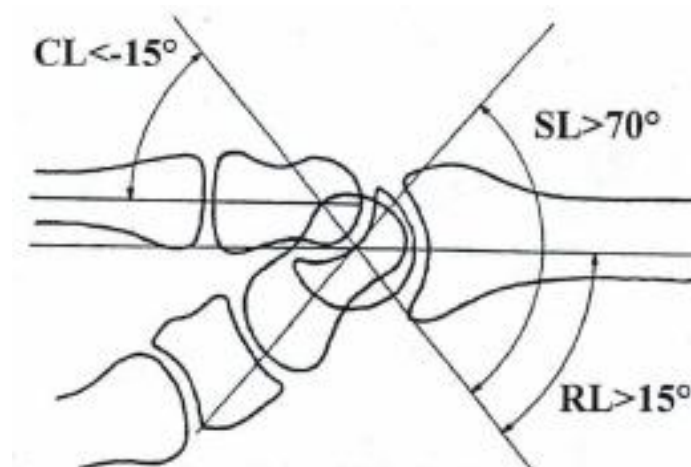


Abbildung 1.12: Handgelenkswinkel bei dorsaler Instabilität (Linscheid, 1972)

CL: capitulunärer Winkel, SL: scapholunärer Winkel, RL: radiolunärer Winkel

Das Kopfbein flektiert in Relation zum Mondbein nach palmar. Der radiolunäre Winkel wächst dadurch auf mehr als  $15^\circ$  an, während der capitulunäre Winkel auf unter  $-15^\circ$  fällt (Linscheid et al., 1972, Buck-Gramcko, 1982). Radius, Mondbein und Kopfbein befinden sich jetzt nicht mehr in einer Ebene, sondern sind ineinander verschoben. Das Ineinanderschieben führt zu einer Verkürzung der Handwurzel. Dieser Zustand wird auch als „Knittereffekt“ oder als „Ziehharmonikaeffekt“ (engl. concertina deformity) beschrieben (Fisk, 1970).

## 1.6. Therapie und Begleiterkrankungen

### 1.6.1. Ziele

Die klinische Prognose der perilunären Luxation wird, abgesehen von der anatomischen Reposition, wesentlich vom Zeitpunkt des Behandlungsbeginns bestimmt. Literaturangaben zufolge kommt es in über 50% der Fälle zu einer verspäteten Versorgung (*Saffar 1988*).

Ziel einer jeden Behandlung muss die langfristig schmerzfreie, bewegliche und kraftvolle Funktion der Hand sein. Um dieses Ziel zu sichern, werden eine anatomische Rekonstruktion der Handwurzelknochen sowie die primäre Versorgung der Begleiterkrankungen als morphologische Grundlage eines guten funktionellen und kosmetischen Ergebnisses nach der Luxation angestrebt (*Linscheid et al. 1984*).

Die exakte Wiederherstellung der regelrechten Gelenkkonfiguration ist für das Langzeitergebnis der perilunären Luxationen entscheidend. Leider wird dies aktuell immer noch zu häufig verkannt (*Herzberg 2005*).

Die Diagnose von PL / PLF wird in ein akutes, spätes und chronisches Stadium unterteilt. Aus der therapeutischen und prognostischen Sicht wird das Stadium als akut bezeichnet, wenn die Diagnose bis zu 1 Woche nach dem Unfalltag gestellt wird. Das späte Stadium umfasst den Zeitraum vom 7. bis 45. Tag. Als chronisch wird das Stadium bezeichnet, wenn die Diagnose erst nach 45 Tagen gestellt wird (*Herzberg 2003*).

Diagnostizierte PL und PLF bedürfen einer sofortigen Behandlung und setzen handchirurgische Erfahrung voraus. Ansonsten könnte unter Umständen eine Wiederherstellung der luxierten und frakturierten Handwurzelknochen nur mit einer einhergehenden Bewegungseinschränkung erreicht werden.

Werden die oben genannten Erkenntnisse nicht bedacht, bzw. die Ziele der Behandlung anders gesetzt, führt dies oft zu eher schlechten Ergebnissen.



### 1.6.2. Therapieformen

Die Therapiewahl wird in der Literatur sehr kontrovers diskutiert. Die Mehrzahl der Autoren, vor allem die früherer Veröffentlichungen, propagiert ein primär konservatives Vorgehen. Dies sowohl für perilunäre Luxationen wie auch für Luxationsfrakturen. Von zufriedenstellenden Ergebnissen berichten dabei *Panting und Mitarbeiter (1984)*. *Saffar (1988)* weist jedoch auf die nicht selten auftretende sekundäre Instabilität des geschlossen erreichten Repositionsergebnisses hin. Inzwischen wurde in vielen Studien (*Herzberg et al. 1993, Conney et al. 1991, Vögele et al. 1997, Towfigh 2001*) aber festgestellt, dass Patienten nach offener Reposition mit interner Fixation bessere Ergebnisse erzielt haben.

### 1.6.3. Vorgehen bei der Therapie

#### 1.6.3.1. Reposition

Auch wenn eine Operation angezeigt und vorgesehen ist, ist in der Akutphase selbst bei schwerstverletzten Patienten immer eine Reposition und Ruhigstellung durchzuführen (*Towfigh 2001*). Die Reposition muss innerhalb der ersten Stunden erfolgen. Nach der Reposition sind exakte Röntgenaufnahmen in 2 Ebenen erforderlich um die genaue Lage des Os lunatum und die der Gelenkflächen zu beurteilen. Eine Gipsruhigstellung kann bei unauffälligen Weichteilen nach Reposition angelegt werden. Bei Hinweisen auf Schädigung besonders des N. medianus und bei drohenden Kompartmentsyndromen des Handrückens, der Hohlhand oder des Unterarmes, muss initial reagiert werden.

Die Reposition der PL und PLF kann als geschlossene oder offene Reposition mit und ohne Einbringen von stabilisierenden Osteosyntheseelementen, wie etwa Kirschner-Drähten, Herbert-Schraube, Spongiosaschraube und Knochendefektauffüllung mittels autologer Spongiosa, durchgeführt werden (*Vögele et al. 1997*). *O'Brien (1984)* empfiehlt die perkutane Stabilisierung mittels zweier durch das Scaphoid in das Os lunatum und Os capitatum eingebrachter Bohrdrähte in jenen Fällen, in denen durch

die gedeckte Reposition eine zufriedenstellende Adaptation der Bruchfragmente möglich ist. *Linscheid und Dobyns (1985)* propagieren die Fixation mittels eines durch den Processus styloideus radii in das Lunatum eingebrachten Bohrdrahtes, Einbohren eines zweiten Drahtes ebenfalls vom Processus styloideus radii aus in das Scaphoid und eines dritten, das Scaphoid und das Lunatum fixierenden, Kirschner-Drahtes.

Die Vorteile der offenen Reposition der perilunären Luxationsfrakturen liegen in der Möglichkeit Subluxationen auszugleichen, osteochondrale Fragmente zu refixieren und ligamentäre Läsion adäquat versorgen zu können (*Vögele 1997*).

### 1.6.3.2. Operative Versorgung der PL

Je nach Verletzungsausmaß erfolgt der Zugang zur Handwurzel eher von dorsal oder eher von palmar. Manchmal ist eine Wiederherstellung aber sogar nur möglich, wenn von beiden Seiten der Zugang erfolgt. So empfiehlt *O'Brien (1984)* den dorsalen Zugang, um die direkte Gefäßversorgung des scapholunären interossären Bandapparates nicht zu stören. Ferner schlägt er danach eine zusätzliche Stabilisierung mittels Kirschner-Drähte vor. Diese Fixierung wird erst nach ca. 6 Wochen aufgehoben um nun mit Bewegungsübungen und sofortigen Belastungsaufbau zu beginnen.

Essentiell wichtig sind Krankengymnastik, Lymphdrainagen- und Ergotherapie der angrenzenden Gelenke aber auch schon bereits während der eigentlichen Ruhigstellungsphase.

All das ändert jedoch nichts daran, dass bei Missachtung der exakten Stellung des Lunatums zu den übrigen Handwurzelknochen eine Früharthrose unausweichlich ist (*Watson 1984*).

Der palmare Zugang erfolgt bei Bedarf bei Affektion des Nervus medianus oder bei Ausbildung des Kompartmentsyndroms.

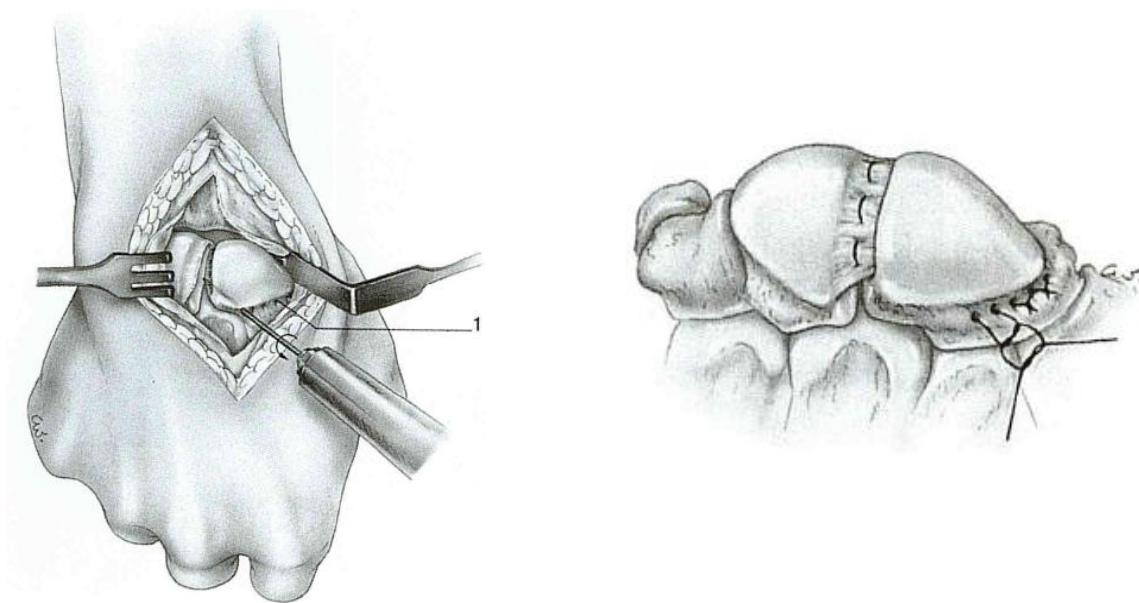


Abbildung 1.13. Ein dorsaler Zugang und eine scapholunäre Bandnaht (Merle et al. 1999)

### 1.6.3.3. Operative Versorgung der PLF

Bei einer perilunären Luxation mit zusätzlicher Fraktur des Scaphoids, der sogenannten De Quervainschen Luxationsfraktur, soll nach Meinung von *Towfigh (2001)* immer eine Indikation zur Operation gestellt werden. Ein von *Inoue und Miura (1991)* propagiertes Verfahren ist dabei die Stabilisierung des Scaphoids mit einer Herbert-Schraube über einen palmaren, dorsalen oder auch kombinierten Zugang. Statt eines Schraubenkopfes ist sie an beiden Enden mit Gewinden versehen, die unterschiedlichen Steighöhen und verschiedene Durchmesser aufweisen. Nach Überqueren des Frakturspaltes ermöglicht diese Konstruktion eine interfragmentäre Kompression auf die Fragmente (*Herbert 1984*).



Abbildung 1.13. Die Herbert-Schraube

Die Schraubenlänge variiert zwischen 16 und 30 mm, der Durchmesser beträgt 4 mm. Für Frakturen mit einem kleinen proximalen Fragment wird die Mini-Herbert-Schraube mit Größen zwischen 12 und 20 mm verwendet.

### 1.6.4. Komplikationen und deren Therapie

Kommt es im Verlauf der Rekonvaleszenz zu verstärkten Gelenkschmerzen mit Ausbildung einer deutlich reduzierten Beweglichkeit des Handgelenkes, sind weitere operative Maßnahmen möglich, um den Patienten Linderung zu verschaffen. Man unterscheidet konservative und chirurgische Therapiemöglichkeiten, um die Symptome zu minimieren. Neben symptomatischer medikamentöser oder physikalischer Therapie eignen sich vor allem operative Verfahren (*Niethard F. et al 1997*).

#### 1.6.4.1. Handgelenksdenervierung

Als einfache chirurgische Methode bietet sich die Handgelenksdenervierung an (*Buck-Gramcko D, 1986, Ferreres A, 1995, Hoffmann R., 2001, Levadoux M., 2003*). Die Gelenkdenervierung wurde 1959 von A. Wilhelm entwickelt und dient der Schmerzausschaltung unter anderem bei degenerativen Gelenkerkrankungen. Vor dem eigentlichen Eingriff ist eine erfolgreiche Testausschaltung der betroffenen Nerven mittels Lokalanästhetikum unbedingt erforderlich (*Buck-Gramko D., 1986, Hoffmann R., 2001, Rudigier J. 1997*). Die Denervierung ist eine funktionserhaltende Maßnahme und stellt einen relativ kleinen operativen Eingriff dar. Motorik, Oberflächen- sowie Tiefensensibilität bleiben erhalten (*Lorea P. et al. 2004, Rudigier J. 1997*). Häufig tritt jedoch nur ein temporärer Therapieerfolg ein, so dass nach anfänglicher Schmerzfreiheit rezidivierende Schmerzen auftreten können. Bei einem bereits von Arthrose betroffenen Handgelenk kann das Fortschreiten der Degeneration durch die Denervation in der Regel nicht aufgehalten werden (*Meier R. et al. 2002*).

#### 1.6.4.2. Teilarthrodese

Die Teilarthrodese am Handgelenk hat zum Ziel, traumatisch oder degenerativ zerstörte Gelenkflächen durch die Arthrodese auszuschalten und in den noch erhaltenen Gelenkflächen eine funktionell günstige Restbeweglichkeit aufrecht zu erhalten (mediokarpale und radiokarpale Teilarthrodese). Die Arthrodese zwischen Scaphoid, Trapezium und Trapezoideum (STT-Fusion) wird unter diesem Aspekt bei der isolierten STT-Arthrose durchgeführt. Im Falle der chronischen SL-Dissoziation und der fortgeschrittenen Lunatumnekrose soll durch Stabilisierung der radialen Säule der karpale Kollaps verhindert werden und damit ein präventiver Aspekt realisiert werden (Schmidt et al. 1996).



Abbildung 1.14. Die ersten zwei Bilder von links: Mediokarpale Teilarthrodese. Die Kirschner-Drähte wurden bereits entfernt. Bild rechts: STT-Fusion wegen Lunatumnekrose (Schmidt et al. 2004)

#### 1.6.4.4. Arthrodese

Schließlich stellt die Arthrodese eine Ultima ratio der Behandlung dar und kann nach misslungener Arthroplastik, Endoprothese, Teilarthrodese oder auch erneut auftreten-

den Beschwerden nach Denervierung durchgeführt werden (Stuhler T., 1994, Rudigier J., 1997, Buck-Gramko D., 1986).

Die Totalversteifung oder der prothetische Ersatz des Handgelenkes haben ihre jeweils eigene Indikationsstellung und sind stark durch Alter, Beruf und Anspruch der Patienten geprägt. Durch die Entwicklung immer besserer Implantate ist hier bereits in näherer Zukunft ein Trend in Richtung des prothetischen Ersatzes zu erwarten.



Abbildung 1.15. Bei der Handgelenksversteifung wird mittels einer Platte eine völlige Ruhigstellung des Handgelenkes erreicht (Universitätsklinikum Jena)

Bei mehrfach traumatisierten Patienten oder auch unter mangelhaften Untersuchungsbedingungen kann eine Verletzung übersehen oder in ihrem Schweregrad verkannt werden. Die Gefahren der verzögerten Diagnosestellung und adäquaten Therapieeinleitung bestehen in Sekundärfolgen wie Pseudoarthrosenbildung, Arthrosen sowie den seltenen diagnostizierten avaskulären Nekrosen, z. B. der Kienböckschen Krankheit (Vögele T., et al.1997).

## **2. Ziele und Problemstellung der Arbeit**

Als Krankheitsfolgen nach der perilunären Verrenkung verbleiben häufig neben einer Arthrose, die sich meist bei Kraftausübung im Handgelenk und durch Handwurzelreibung noch verstärkt, eine Kraftminderung der betroffenen Hand sowie eine Einschränkung des gesamten Bewegungsumfanges im Handgelenk. Außer den verbleibenden Beschwerden und Funktionseinschränkungen entstehen erhebliche Belastungen für den Patienten, die häufig mit einer Minderung der Erwerbstätigkeit verbunden sind. Nicht selten ist trotzdem ein Berufswechsel erforderlich.

In unserer retrospektiven Arbeit sollen nun 20 Patienten mit perilunären Dislokationen aus den Funktionsbereichen für Hand-, Mikro- und Wiederherstellungschirurgie im Uniklinikum Jena während eines postoperativen Zeitraumes zwischen eins bis drei Jahren nachuntersucht werden.

Ziel dieser Arbeit ist es, bei perilunären Luxationen und Luxationsfrakturen die jeweiligen Bewegungsfunktionen, groben Griffkräfte und Schmerzen der operierten Hand einander vergleichend gegenüberzustellen. Selbstverständlich werden hierbei PL und PLF gesondert betrachtet. Abschließend erfolgt dann die Auswertung der Ergebnisse mittels spezieller Bewertungsschemata (DASH, Mayo Wrist Score).

Von Interesse sind die Ergebnisse insbesondere deshalb, weil es bislang nur wenige Daten bezüglich der funktionellen Resultate nach der operativen Versorgung der perilunären Luxation gibt. Die nun vorliegende retrospektive Studie weist zuvörderst der Evaluierung der funktionellen Ergebnisse großes Interesse zu.

## **3. Material und Methoden**

### **3.1. Patientengut**

Die hiermit vorliegende klinische Studie befasst sich mit der Nachuntersuchung von 20 Patienten nach einer perilunären Luxation oder perilunären Luxationsfraktur. Sie wurden ausnahmslos im Zeitraum von 18.07.2003 bis 09.08.2008 am Universitätsklinikum Jena im Funktionsbereich der Hand-, Mikro- und Replantationschirurgie operativ behandelt. Die Nachuntersuchungen erfolgten im Mittel nach 29 Monaten.

### **3.2. Untersuchungen**

#### **3.2.1. Nachuntersuchung**

##### **3.2.1.1. Bewegung**

Bei der Nachuntersuchung wurden zunächst die Bewegungsumfänge beider Handgelenke mit einem Winkelmesser nach der Neutral-Null-Methode gemessen. Dabei wurden die Werte für die Extension / Flexion, Radial- / Ulnarabduktion und Pronation / Supination dokumentiert, daraus der Bewegungsumfang errechnet und abschließend der Mittelwert gebildet. Weiterhin wurde geprüft, ob ein Schlüssel-, Grob-, und/oder Spitzgriff ausgeführt werden konnte.

Die grobe Motorik, wie z. B. Spreizung, Flexion und Extension der einzelnen Finger, vollständiger aktiver Faustschluss und auch die maximale Opposition des Daumen wurde ebenfalls bewertet und dann mit der Gegenseite verglichen.



#### 3.2.1.2. Kraft

Eine Kraftmessung beider Hände wurde bei der Nachuntersuchung mit einem LAMAR-Handergometer (Arbeitssimulatorgerät ERGOS-Unit 5) durchgeführt. Dabei wurde der sitzende Patient aufgefordert, den Arm im Ellenbogen 90° anzuwinkeln und auf ein Kommando hin so stark wie möglich zuzugreifen. Dieser Versuch wurde dreimal wiederholt. Die Kraftausübung wurde nun aus dem rechnerischen Mittelwert bestimmt. Die erhaltenen Werte wurden dann in Beziehung gesetzt und verglichen zur nach gleichem Muster berechneten Kraftausübung der gesunden Gegenhand.

Die von uns abgelesenen Skalenwerte geben die Griffstärke in Kilogramm an. Es wurde daraus der Median rechnerisch bestimmt und zur Bewertung verwendet.

#### 3.2.1.3. Schmerzen

Auf der Visuellen Analog Skala (VAS) von 0-10 konnten die Patienten die jeweilige Schmerzstärke angeben (0 kein Schmerz, 10 maximal vorstellbarer Schmerz). Dokumentiert wurde bei jedem Patient die postoperative Schmerzstärke sowohl in Ruhe als auch nach Belastung.

### 3.2.2. Scores

#### 3.2.2.1. DASH-Fragebogen

Jeder nachuntersuchte Patient musste zusätzlich einen sogenannten DASH-Fragebogen (Disability of Arm, Shoulder, Hand) ausfüllen, der erstmals im deutschen Sprachraum durch *German et al. (1999)* vorgestellt und übersetzt wurde und die subjektive Wahrnehmung des Betroffenen in Bezug auf seinen derzeitigen Zustand erfasst. Entwickelt wurde dieser Fragebogen von der „American Academy of Orthopaedic surgeons“, dem Council der „Musculoskeletal Speciality Societies (MODEMS)“ und dem „Institute for Work and Health“.

Der DASH-Fragebogen besteht aus drei Teilen. Teil A untersucht Funktionseinschränkungen, Teil B die Beschwerdesymptomatik und Teil C die für Sportler und Musiker relevanten Problemfelder. Teil C ist fakultativ und wurde deshalb von uns nicht berücksichtigt. Die Auswertung des DASH-Fragebogens erfolgt, indem die den Antworten zugehörigen Punktwerte addiert werden, von dem Gesamtergebnis die Minimalpunktzahl von 30 subtrahiert und dann das Ergebnis durch die Bandbreite von 1,2 dividiert wird. Es ergeben sich auf diese Weise DASH-Scores zwischen 0 und 100. Ein DASH - Score von 0 entspricht einer optimalen Funktion ohne Behinderung, ein Score von 100 steht für maximale Beschwerden und Funktionseinbußen.

Teil A und Teil B können auch getrennt ausgewertet werden. Es werden wieder die den Antworten zugehörigen Punktwerte addiert, von dem Gesamtergebnis entsprechend die Minimalpunktzahl von nun 23 bei Teil A und 7 bei Teil B subtrahiert und das Ergebnis durch die Bandbreite von 0,92 bei Teil A und 0,28 bei Teil B dividiert. Die so ermittelten Scores liegen analog zur gemeinsamen Auswertung beider Teile zwischen 0 und 100. Ein Score von 0 entspricht bei Teil A keinerlei Funktionseinbußen, bei Teil B keinerlei Schmerzen. Ein Score von 100 entspricht bei Teil A einer maximalen Behinderung und bei Teil B maximalen Schmerzen. Im Anhang ist der verwendete Fragenkatalog von DASH aufgeführt.

#### **3.2.2.2. Mayo Wrist Score**

Mit den vier Parametern Schmerzen, Arbeitsfähigkeit, Beweglichkeit und Kraft wurde für jeden Patienten der an der Nachuntersuchung teilgenommen hat mit dem „Mayo Wrist Score“, ein Punktwert ermittelt, der Aussagen über die Funktionsfähigkeit der Hand macht. Dieser Score ist ein von *Cooney et al. (1987)* erstelltes Schema zur Beurteilung von Handwurzelverletzungen, das für jeden Parameter maximal 25 Punkte vergibt. Aufgrund der Summe aller vergebenen Punkte erhält dann jeder Patient eine der 4 möglichen Noten, „schlecht“, „befriedigend“, „gut“ oder „sehr gut“.

Beim Mayo Wrist Score wird neben der subjektiven Empfindung auch die objektive Beweglichkeit und die Kraft der operierten Hand, gemessen durch den Arzt, im Vergleich zur gesunden Hand bewertet.

Parameter	Score	
Pain (25 points)	25	No pain
	20	Mild occasional
	15	Moderate, tolerable
	0	Severe to intolerable
Functional status (25 points)	25	Returned to regular employment
	20	Restricted employment
	15	Able to work, unemployed
	0	Unable to work because of pain
Range of motion (25 points)	Percentage of normal	
	25	100%
	15	75–100%
	10	50–75%
	5	25–50%
	0	0–25%
Grip strength (25 points)	Percentage of normal	
	25	100%
	15	75–100%
	10	50–75%
	5	25–50%
	0	0–25%

The numeric score obtained is categorized as follows: 100–90, excellent; 89–80, good; 79–65, fair; <65 poor.

Abbildung 3.1: Auswertung des Mayo Wrist Scores (Forli et al. 2009)

## 4. Ergebnisse

### 4.1. Deskriptive Ergebnisse

#### 4.1.1. Patientenzahlen

Bis zum 10.08.2008 wurden in dem Funktionsbereich Hand-, Mikro- und Replantationschirurgie 20 perilunäre Luxationen behandelt. Alle Luxation wurden operativ versorgt.

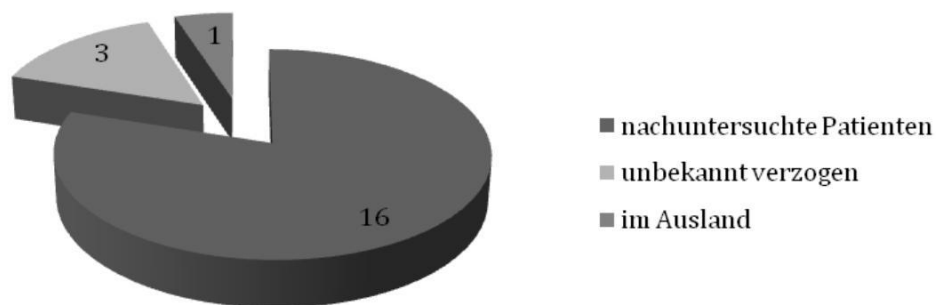


Abbildung 4.1: Verteilung des Patientengutes

Von der Universitätsklinik in Jena wurden 20 Patienten angeschrieben.

4 (20%) davon konnten weder postalisch noch telefonisch erreicht werden. Insgesamt konnte dieser Studie damit eine Fallzahl von  $n = 16$  zugeführt und nachuntersucht werden.

#### 4.1.2. Alter und Geschlechtsverteilung

Alter und Geschlecht zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung.

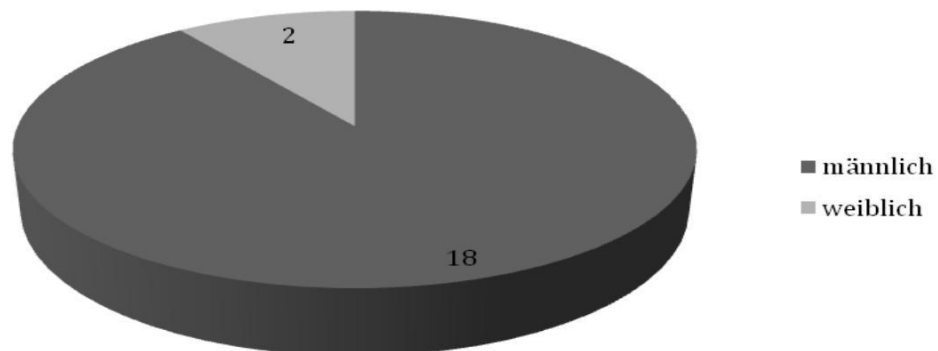


Abbildung 4.2: Geschlechtsverteilung beim gesamten Patientenkollektiv

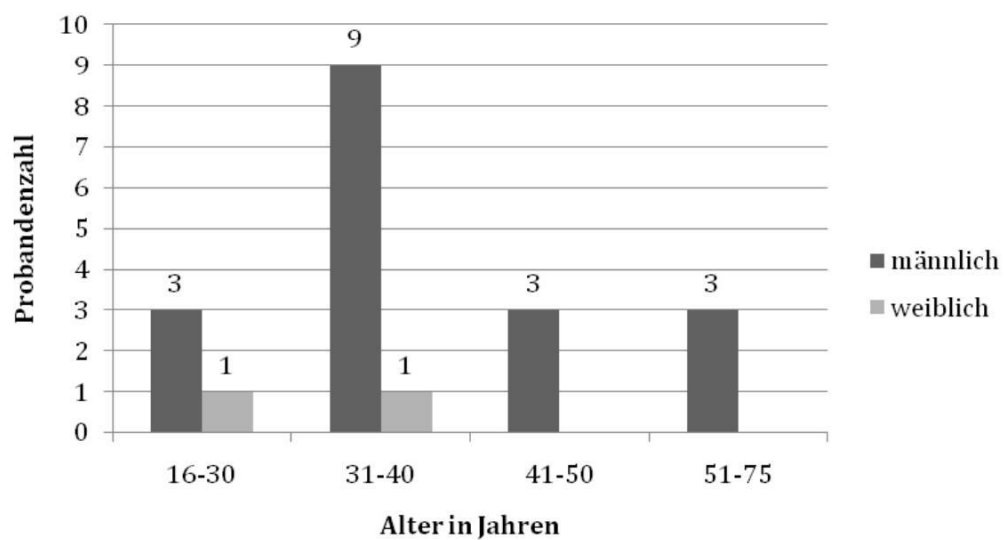


Abbildung 4.3: Alter und Geschlecht der Probanden zum Zeitpunkt der Operation

Die Altersverteilung in der gesamten Patientengruppe lag zwischen minimal 16 und maximal 75 Jahre. Median betrug sie 35,5 Jahre, der statistische Mittelwert wies 37,7 Jahre aus. Bei Betrachtung der zahlenmäßigen Geschlechtsverteilung ergab sich eine deutliche Dominanz von Männern.

#### 4.1.3. Seitenverteilung zwischen Links - und Rechtshändern auf die betroffene Hand

Bei insgesamt 8 Probanden (50%) war die linke Hand betroffen. Die Handwurzeln der rechten Hand waren bei 9 Probanden (56,2%) verrenkt. Von allen konnte die Händigkeit ermittelt werden, es handelte sich um 14 Rechts- und 2 Linkshänder.

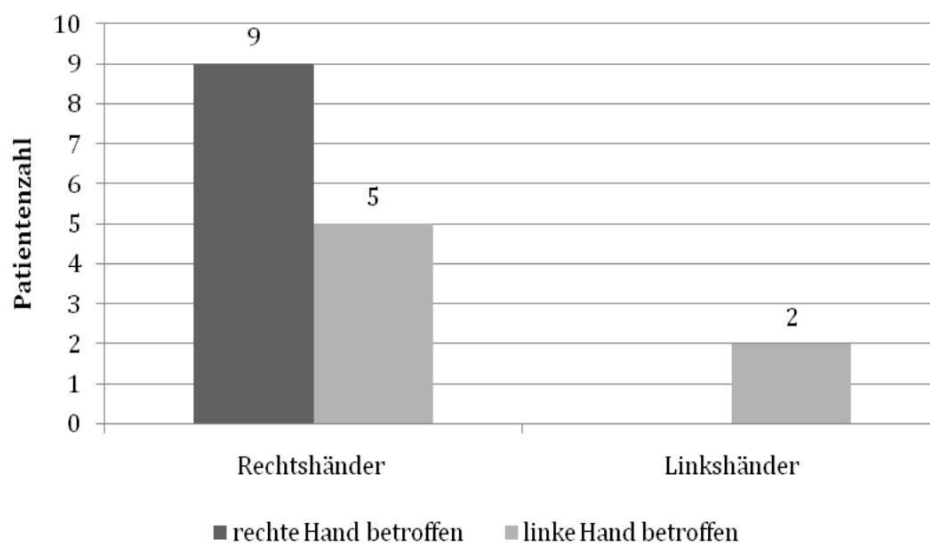


Abbildung 4.4: Dominante Seite – betroffene Seite bei einer Fallzahl von 16

In 68,7% (11 Fälle) war damit die dominante Hand auch die betroffene. Bei allen Linkshändern (2 Fälle) war die linke Hand betroffen, in 5 Fällen (31,2%) entsprach die dominante nicht der betroffenen Hand.

#### 4.1.4. Unfallursachen bei den Probanden

- Folge schwerer manueller Maschinenarbeit waren 3 Luxationen (18,7%)
- Folge von Verkehrsunfällen waren 6 Luxationen (37,5%)
- Folge von Stürzen waren 6 Luxationen (37,5%)
- Folge von Sportunfällen war 1 Luxation (6,2%)

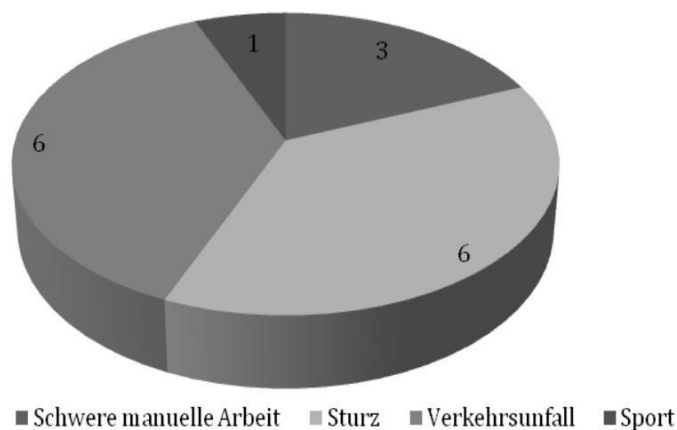


Abbildung 4.7: Unfallursachen in absoluten Zahlen

Betrachtet man die Kategorie "Sturz" genauer, zogen sich von den insgesamt 6 Probanden mehr als die Hälfte, nämlich 4, ihre Verrenkung bei einem Sturz aus einer Höhe von mehr als 3 Metern zu. Die restliche Probandenzahl verletzte sich bei einem Treppen- oder Snowboardsturz.

#### 4.1.5. Klassifikation der Verrenkung

Die notwendigen Informationen wurde aus Aktenvermerken und aus präoperativen Röntgenbildern gewonnen. Bei allen 16 Probanden war es möglich, die Lokalisation der Verrenkung zu ermitteln. 9 (56%) erlitten eine Monoverletzung und 7 (44%) ein Mehr-

fachverletzung. Die häufigste Begleitverletzung war die Fraktur des distalen Radius in sieben Fällen. Vier Probanden zogen sich zusätzlich eine Wirbelsäulen-, Rippen- und Beckenringfraktur zu.

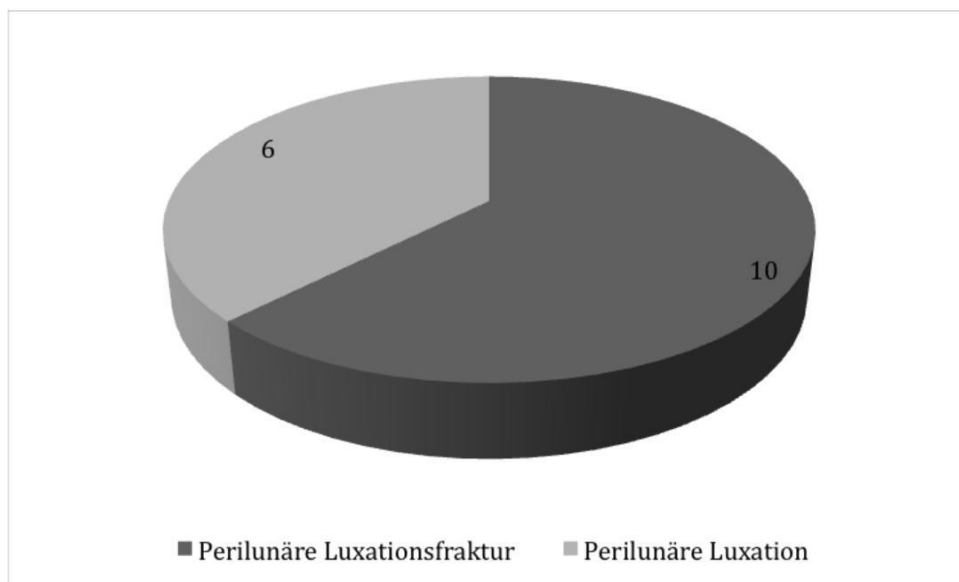


Abbildung 4.8: Aufteilung der Luxationen

In die Gruppe Perilunäre Luxationfraktur wurden auch diejenigen Probanden mit einbezogen, die sich die sogenannte De Quervainsche Luxationsfraktur (Luxation des Mondbeines und eine zusätzliche Fraktur des Os scaphoideum) und andere seltene Handwurzelfrakturen, wie z.B. eine transscaphoidale-transtriquetrale Luxationsfraktur zugezogen hatten. Diese machen innerhalb der Gruppe mit einer Patientenzahl von 10 immerhin einen Anteil von 62,5% aus. Bei 6 Patienten (37,5%) wurde eine perilunäre Luxation entdeckt.

#### 4.1.6. Operatives Vorgehen

Alle 16 nachuntersuchten Patienten wurden operiert. Davon 15 Patienten offen und 1 geschlossen reponiert. 11 Patienten wurden über nur einen dorsalen Zugang operativ versorgt und 2 Patienten zusätzlich auch von palmar. Alle Scaphoidfrakturen wurden



mittels Herbertschraube versorgt. Aufgrund multipler Handwurzelfrakturen musste sich hat sich ein Patient auch einer Arthrodeese unterziehen.

#### 4.1.7. Beruf

##### 4.1.7.1. Verteilung der beruflichen Belastung

Bei der beruflichen Belastung der Hand wurden drei Schweregrade unterschieden, nämlich Berufe mit leichter Belastung (z.B. Schreibtischtätigkeit), - auch Schüler und Studenten wurden dieser Gruppe zugeordnet -, Berufe mit mittlerer Belastung (z.B. Tätigkeit eines LKW - Fahrers oder einer Hausfrau) und solche mit schwerer Belastung (z.B. Handwerker).

Die berufliche Belastung konnte insgesamt nur bei 16 zur Nachuntersuchung erschienen Probanden beurteilt werden. In dieser Gruppe befanden sich

- 6 Probanden mit leichter
- 4 Probanden mit mittlerer
- 6 Probanden mit schwerer beruflicher Belastung der Hand

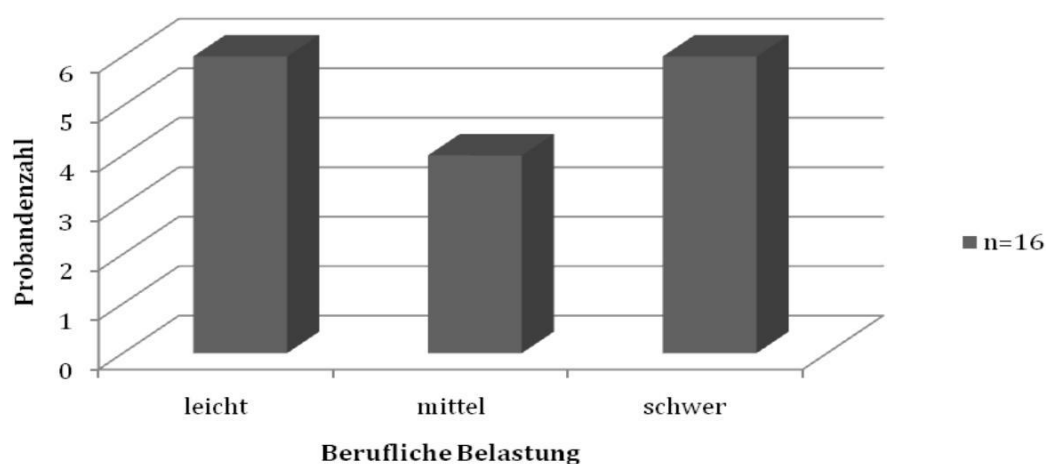


Abbildung 4.5: Berufliche Belastung vor dem Unfalltag

#### 4.1.7.2. Dauer der Arbeitsunfähigkeit

Von den 16 Patienten die zur Nachuntersuchung erschienen sind, musste zunächst ein Patient unberücksichtigt bleiben, weil er schon vor der Behandlung arbeitslos war. 9 beurteilbare Patienten mit perilunärer Luxationsfraktur waren durchschnittlich 13 Wochen arbeitsunfähig. Die Arbeitsunfähigkeit bei transscapholunären Luxationen hingegen betrug nur 10,3 Wochen. Im Mittel währte die Arbeitsunfähigkeit 12 Wochen.

#### 4.1.7.3. Berufliche Situation nach der Behandlung

Von den 16 zur Nachuntersuchung erschienen Probanden konnten 10 (62,5%) nach Abschluss der Behandlung wieder in ihren vor dem Unfall ausgeübten Beruf zurückkehren. Ein Patient musste wegen starker beruflicher Belastung in seiner ehemaligen Arbeit auf einen anderen Beruf umgeschult werden. 5 (31,25%) Patienten sind seit dem Unfall nicht mehr arbeitsfähig. Von diesen hatten 3 ein Polytrauma erlitten.

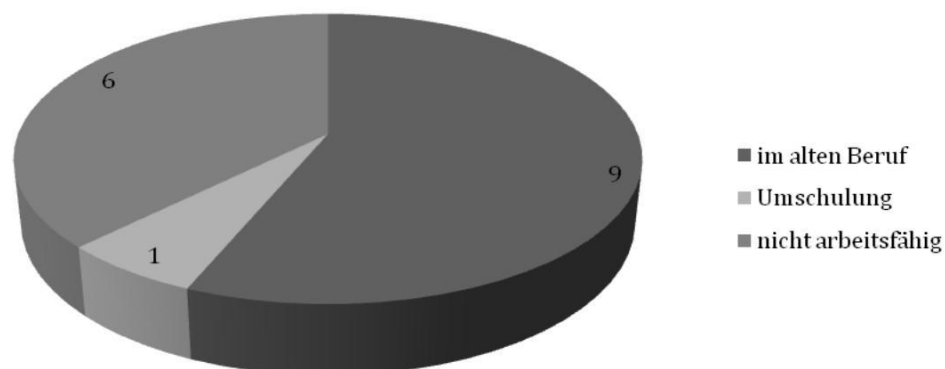


Abbildung 4.6: Berufliche Situation nach der Behandlung mit absoluten Zahlen

## 4.2. Analytische Ergebnisse

### 4.2.1. Verteilung der Bewegungsausmaße zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung

Im Durchschnitt wurden die Verletzungen der 16 Patienten 29 Monate nach dem Ereignis nachuntersucht.

Für die Beweglichkeit des Handgelenkes und des Ellenbogens konnten folgende Daten erhoben werden:

Operiert				Handgelenk	Gesund		
	Pronation				Supinat		
	Supination				Pronation		
Max	75°	0°	80°		90°	0°	90°
Min	20°	0°	30°		70°	0°	80°
MT	65°	0°	75°		80°	0°	85°
	Palmarflex				Dorsalext		
Max	50°	0°	70°		60°	0°	70°
Min	15°	0°	10°		45°	0°	50°
MW	45°	0°	55°	55°	0°	60°	
	Radialabd.			30/0° /25° (Norm)	Ulnarabd.		Radialabd.
Max	30°	0°	20°		40°	0°	25°
Min	5°	0°	0°		20°	0°	20°
MW	15°	0°	10°		30°	0°	25°

Tabelle 4.1: *Beweglichkeit des Handgelenkes, angegeben mit Neutral-0-Methode*

Bei der Kontrolle des Ellenbogens konnten erfreulicher Weise sowohl bei der Extension wie auch der Flexion keine Unterschiede zwischen gesundem und frakturiertem Arm festgestellt werden.

<i>Operiert</i>				<i>Ellenbogen</i>	<i>Gesund</i>		
	<i>Extension</i>		<i>Flexion</i>	10° / 0° / 150° (Norm)	<i>Extension</i>		<i>Flexion</i>
<i>Max</i>	-10°	0°	165°		-15°	0°	160°
<i>Min</i>	20°	0°	130°		15°	0°	135
<i>MW</i>	10°	0°	145		10°	0°	150

Tabelle 4.2: *Beweglichkeit des Ellenbogens und Handgelenkes, angegeben mit Neutral-0-Methode*

Nicht ganz so gut verhält es sich bei der Beurteilung der Bewegungsausmaße beim feingliedrigeren Handgelenk. Abbildung 21 beschreibt die postoperativ festgestellten Unterschiede der Beweglichkeit zwischen gesundem und dem jeweils betroffenen operierten Handgelenk. In Prozenten ausgedrückt ist bei der operierten Hand

- die Auswärtsdrehung (Supination) um 18,8%
- die Einwärtsdrehung (Pronation) um 11,8%
- die Dorsalextension um 10%
- die Palmarflexion um 8,4%
- die Radialwärtsbewegung (Radialabduktion) um 50%
- und die Ulnarwärtsbewegung (Ulnarabduktion) um 40%

im Mittel schlechter als bei der Gegenhand. Insgesamt konnte bei den operierten Handgelenken eine Beweglichkeitseinschränkung um 23,1% verglichen mit der gesunden Gegenhand festgestellt werden, womit die Funktion dennoch meist gut gewährleistet ist. Die durchschnittliche Reichweite der Extension und Flexion betrug 100°, was immerhin 91% der Funktion der gesunden Hand ausmacht.

## 4.2.2. Verteilung der Bewegungsausmaße innerhalb der Luxationsgruppen

		1. PL (n=6)	2. PLF (n=10)
Dorsalextension	>45°	2	5
	30-44°	3	3
	0-29°	1	2
Palmarflexion	>45°	1	4
	30-44°	3	3
	0-29°	2	3
Radialabduktion	>20°	1	4
	<20°	5	6
Ulnarabduktion	>20°	3	4
	<20°	3	6
Pronation	>30°	4	9
	<30°	2	1
Supination	>30°	6	10

Tabelle 4.3: Anzahl der Patienten der jeweiligen Gruppe pro Bewegungsausmaß

Es wurden Bewegungseinschränkungen bei allen Patienten beobachtet.

In der Gruppe 1 fanden sich 6 Patienten, die eine perilunäre Luxation erlitten hatten. Die Dorsalflexion sowie die Palmarflexion betrug durchschnittlich bei allen 6 Probanden um die 40°. Die Radialabduktion lag bei 5 von 6 Patienten und die Ulnarabduktion bei der Hälfte bei unter 20°. Die Patienten mit perilunärer Luxation hatten dabei um 23,45% schlechtere Funktionen erzielt als solche mit perilunärer Luxationsfraktur. Die durchschnittliche Extension und Flexion betrug 40° und 32°. Die Ulnar- und Radialabduktionen bildeten einen Mittelwert von 20° und 10° und die Pro- und Supinationen betrugen durchschnittlich bei beiden Gruppen 50°.

Die Gruppe 2 bildeten Patienten, die sich eine PLF zugezogen hatten. Die kombinierte aktive Extension/Flexion der betroffenen Hände betrug  $115^\circ$  ( $70^\circ$ - $170^\circ$ ). Durchschnittlich erreichte sie ganze 93% der Funktion von der gesunden Hand. Die durchschnittliche Extension erreichte  $50^\circ$  mit einer durchschnittlichen Flexion von  $45^\circ$ . Die Ulnar und Radialabduktion betrug durchschnittlich  $18^\circ$  und  $20^\circ$ . Die kombinierte Pronation und Supination bildete 84,25% der Funktion der gesunden Hand. Der Durchschnitt für die Supination lag bei  $65^\circ$  und für die Pronation bei  $70^\circ$ .

#### 4.2.3. Kraft

Im Rahmen der Nachuntersuchung erreichten die operierten Patienten bei der Kraftmessung mit dem LAMAR-Handergometer beim Kraftgriff Werte von im Median 29,5 Kg.

		<i>Hand (Kg)</i>	<i>Handkraft1</i>	<i>Handkraft2</i>	<i>Handkraft3</i>	<i>Mittelwert</i>
1. PLF	operiert	37	41	39	39	
	gesund	45	50	46	47	
2. PL	operiert	21	18	21	20	
	gesund	32	30	29	30,3	

Tabelle 4.3: Messwerte für die Kraft

An perilunärer Luxationfraktur operierte Patienten konnten eine Kraft von durchschnittlich 39 Kilogramm aufwenden. Patienten mit einer perilunären Luxation vergleichsweise nur 20 Kilogramm. Die durchschnittliche Grobkraft bei beiden Gruppen betrug 29,5 Kg, was 76% der Gegenseite bedeutet.

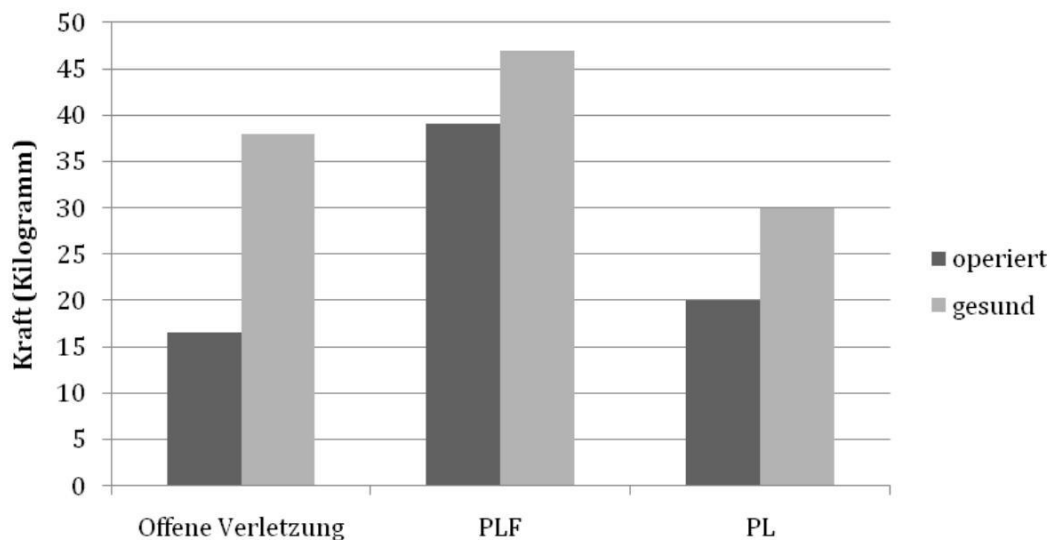


Abbildung 4.9: Anteil der Kraft der verletzten Seite im Vergleich zur gesunden Kontrollseite in Kilogramm

#### 4.2.4. Schmerzen

##### 4.2.4.1. Schmerzentwicklung nach der Aktenlage

Aus den Akten wurden Schmerzangaben ermittelt, die den präoperativen und postoperativen Zustand der Patienten beschrieben. Es wurde zwischen Ruhe- und Bewegungsschmerz unterschieden, wobei es sich um eine rein subjektive Einschätzung der Schmerzsymptomatik handelte. Die Angaben über postoperative Schmerzen wurden im Median 30 Monate nach der Operation in die Akte aufgenommen.

Anhand der Aktenlage lässt sich dabei ein deutlicher Rückgang mäßiger und starker Schmerzen zugunsten von keinen und leichten feststellen. Die Aussagekraft dieser Ergebnisse ist zwar eingeschränkt, da die Ergebnisse auf einer rein subjektiven Ein-

schätzung des Aktenmaterials beruhen, dennoch aber signifikant. Es wurden zur Ergebnisfindung alle zur Verfügung stehenden Angaben, z. B. dokumentierte Aussagen der Patienten und Beschreibungen der behandelnden Ärzte, berücksichtigt. Retrospektiv konnte dennoch kein objektiver Bewertungsmaßstab entwickelt werden.

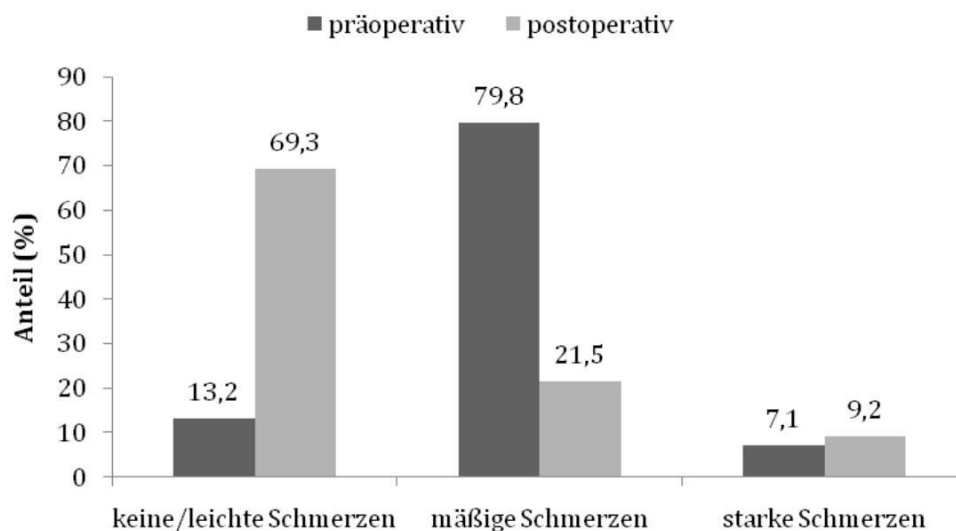


Abbildung 4.18: Schmerzentwicklung nach Aktenlage

Aus der Abbildung 4.18. ist ersichtlich, dass in 11 von 16 Fällen über leichte Schmerzen postoperativ berichtet wurde. Über mäßige Schmerzen klagten 4 Probanden, nur einer verspürte stärkste Schmerzen. Dieser unterzog sich ein halbes Jahr später wegen der Schmerzen einer weiteren Handgelenkoperation mit dem Ziel einer Handgelenkversteifung.

#### 4.2.4.2. Visuelle Analogskala

Auf der visuellen Analogskala lässt sich bei Belastung eine deutliche Veränderung der Schmerzen feststellen.



Insgesamt beträgt die Schmerzangabe in Ruhe auf der visuellen Analogskala im Median 2 (min - max: 0 - 10). Drei Patienten waren beschwerdefrei. Als wir den Patientenstamm wieder in die zwei Verletzungsgruppen aufteilten, stellten wir folgendes fest: Bei Probanden mit rein perilunärer Luxation (n=6) betragen die Ruheschmerzen im Median 3 (min - max: 0 - 100) und bei Patienten mit Fraktur (n=10) nur 1 (min - max: 0 - 100).

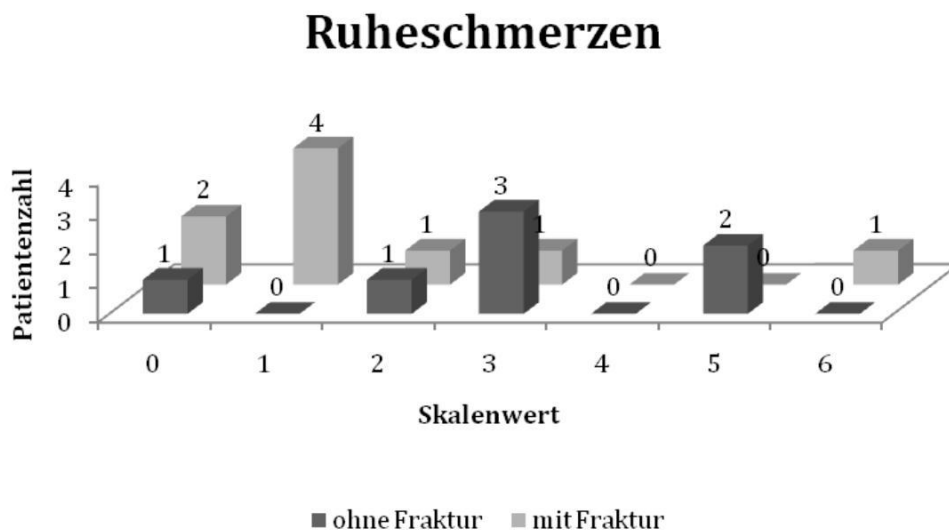


Abbildung 4.19: Skala von 0 – 10, die Schmerzgrade in Ruhe von keine Schmerzen über mittelmäßige bis starke Schmerzen anzeigt.

Bei Belastung steigerten sich die Schmerzen insgesamt auf ein Median von 5 (min - max: 0 - 10). Wenn man die Gruppen getrennt betrachtet, bildet die Gruppe ohne Fraktur (n=6) einen Median von 6 und die mit Fraktur (n=10) einen von 5.

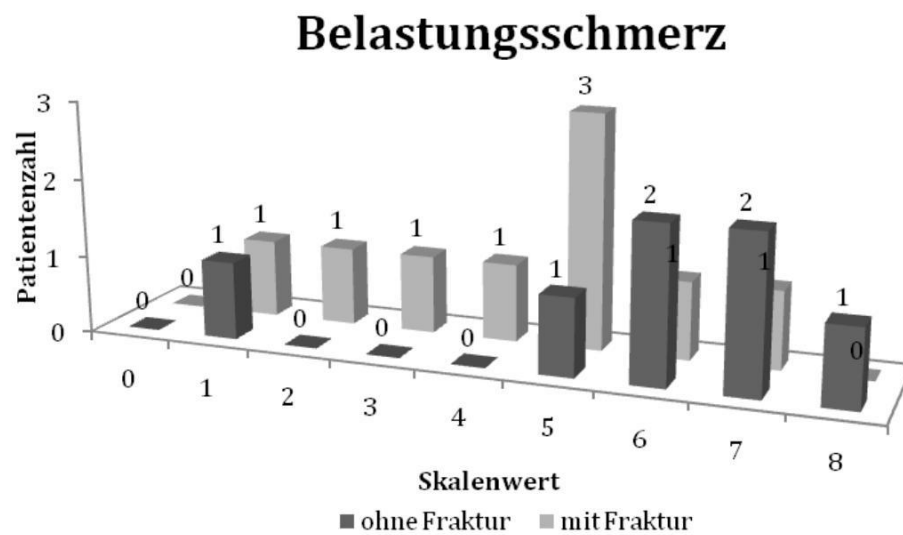


Abbildung 4.20: Skala von 1 - 10, welche die Schmerzen von keine Schmerzen über mittelmäßige bis starke Schmerzen nach Belastung anzeigt.

#### 4.2.5. Ergebnisse des DASH – Fragebo gens

##### 4.2.5.1. Ergebnisse von Patienten nach genauer Verletzungsart

Gemäß DASH - Fragebogen lässt sich für alle Patienten ein Mittelwert von 31,3 Punkten ermitteln. Bei getrennter Betrachtung der beiden Teile des DASH-Fragebogens ergibt sich für den Teil A (Funktion) ein Mittelwert von 28 und für den Teil B (Schmerz) einer von 35,6 Punkten. Wenn man die Gruppen einzeln betrachtet, erreicht die Gruppe der perilunären Luxationsfraktur 26, die Gruppe der perilunären Luxation 33 und die Gruppe mit offener Verletzung 35 Punkte.

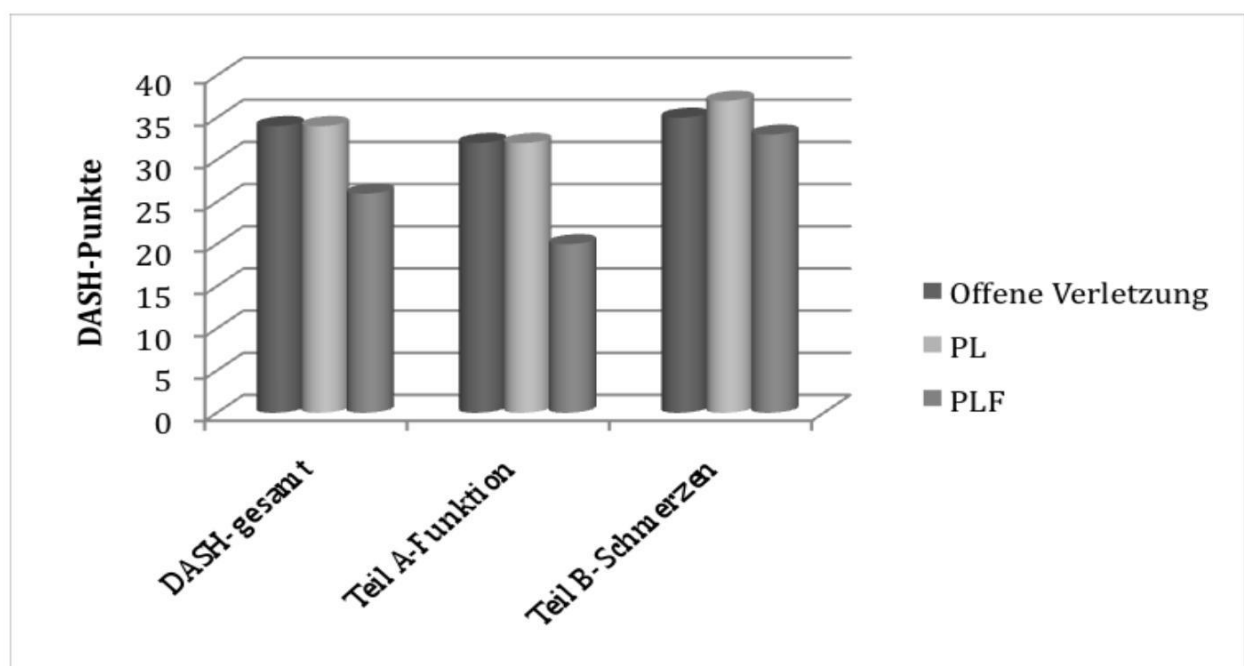


Abbildung 4.13: DASH – Ergebnis nach Diagnosen

## 4.2.5.2. Ergebnisse von Patienten mit und ohne Fraktur

Bei den an der Umfrage teilnehmenden Patienten (n=16) litten 37,5 Prozent an einer reinen Handwurzelluxation. Bei den restlichen 62,5 Prozent wurden zusätzlich zur Handwurzelverrenkung eine oder mehrere Handwurzeln frakturiert. Im DASH-Fragebogen unterscheiden sich die Ergebnisse der Patienten mit Fraktur sehr deutlich von denen ohne Fraktur.

Das DASH - Ergebnis von Patienten die eine zusätzliche Fraktur erlitten hatten (n=10) beträgt im Durchschnitt 30, das der übrigen (n=6) 34 Punkte.

Untersucht man die beiden Teile des DASH Fragebogens getrennt, lässt sich folgendes feststellen:

Teil A befasst sich mit der Funktionseinschränkung. Patienten mit Fraktur (n=9) erreichen 26, solche ohne (n=7) 32 Punkte.

Teil B untersucht die Schmerzsymptomatik. Patienten mit Fraktur (n=9) erreichen im Durchschnitt 34 Punkte und unterscheiden sich damit signifikant von denen ohne Fraktur (n=7), die im Median 37 Punkte erzielen.

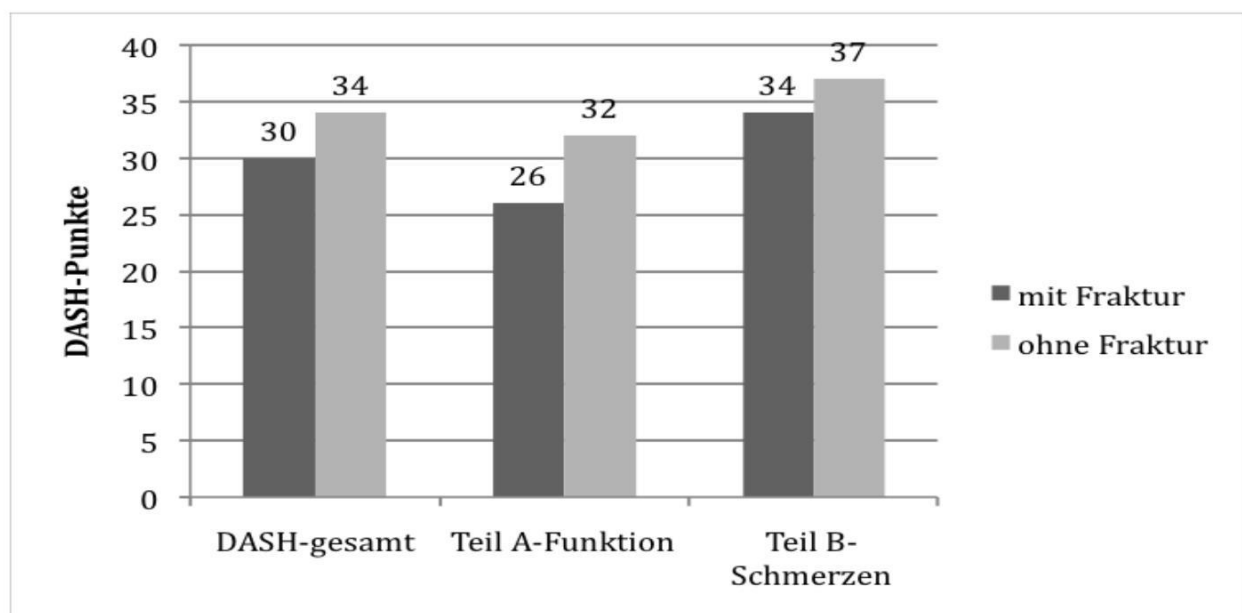


Abbildung 4.14: DASH - Ergebnisse bei Patienten mit oder ohne Fraktur

#### 4.2.6. Auswertung nach dem Mayo Wrist Score

Die Scores wurden bei 16 Patienten ausgewertet. Im Mayo Modified Wrist Score erreichten 2 Patienten ein exzellentes, 2 ein gutes, 9 ein mittelmäßiges und nur 3 ein schlechtes Ergebnis. Die Gesamtauswertung aller nachuntersuchten Patienten nach dem traditionellen Handgelenkbeurteilungsschema ergab im Durchschnitt 73 Punkte und somit ein gut mittelmäßiges Ergebnis. Aufgeschlüsselt nach den einzelnen Gruppen fanden sich die besten Ergebnisse bei den perilunären Luxationen mit 75 Punkten, gefolgt von perlunären Luxationsfrakturen mit 72 Punkten.

	Score-Wert		Score-Wert	Anzahl der Patienten
Durchschnitt	73	Exzellent	100-90	2
Max.	100	Gut	89-80	2
Min.	0	Mittelmäßig	79-65	9
		Schlecht	<65	3

Tabelle 4.4: Mayo Wrist Score (n=16)

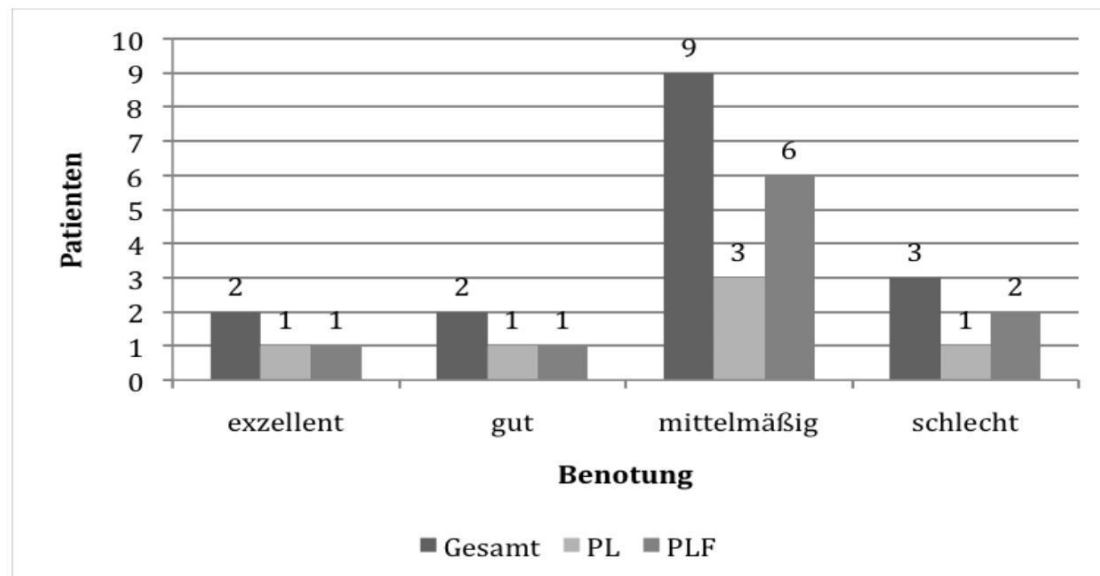


Abbildung 4.15: Ergebnisse nach dem Mayo Wrist Score bei PL, PLF

### 5. Diskussi on

In dieser klinischen Studie wurden 16 Patienten mit einer Handwurzelluxation nachuntersucht und mit Hilfe zweier Scores bewertet. Die recht geringe Anzahl der nachuntersuchten Patienten beruht auf der Seltenheit der Verletzung. *Allieu* und *Dobyns* berichteten über eine Häufigkeit von nur 3% aller traumatischen carpalen Verletzungen (*Allieu Y, et al. 1984, Dobyns JH, et al. 1984*).

Der Unfallmechanismus ist häufig ähnlich wie bei den isolierten Radiusköpfchenfrakturen (*Towfigh 1988*). Ursächlich ist eine massive Überstreckung, selten eine Überbeugung im Handgelenk, die durch indirekte Gewalteinwirkung auf die Unterachse entstehen. Häufig geschieht dies bei einem Hochrasanztrauma.

Aufgrund der Seltenheit der perilunären Luxation wird initial häufig die falsche Diagnose gestellt, bzw. das gesamte Ausmaß der Verletzung übersehen (*Böhler 1954, Saffar 1988, Towfigh 1988*). Der Grund dafür könnte sein, dass eine hohe Anzahl an Patienten mit perilunären Luxation Mehrfachverletzte sind. Bei diesen Patienten steht bei der primären Versorgung zunächst die Abwendung der Lebensgefahr im Vordergrund, so dass es durchaus vorkommen kann, dass der perilunären Luxation nicht die nötige Aufmerksamkeit gewidmet wird. Zu spät diagnostizierte Läsionen verursachen relativ schnell Sekundärschäden, die nur noch sehr schwer therapierbar sind.

#### 5.1. Deskriptive Ergebnisse

##### 5.1.1. Geschlechtsverteilung und Ursache der PL und PLF

Die perilunäre Luxation ist eine Verletzung vorwiegend des männlichen Geschlechts. In unserem Patientengut betrug das Geschlechterverhältnis Männer zu Frauen 90% zu 10% (18 Männer und 2 Frauen).

Ähnliche Werte finden sich in der Literatur. Männer sind dort zu 83, 3% (*Vögele et al. 1998*), zu 98,2% (*Hua et al. 2009*) und zu 88% (*Knoll et al. 2005*) betroffen. *Herzberg et al. (2002)*, *Gabl et al. (1996)* und *Isenberg et al. (2002)* berichten sogar über einen

männlichen Anteil von 100%. Zu erklären ist diese ungleiche Verteilung mit der Tatsache, dass Frauen in Beruf und Freizeit meist weniger körperlich belastende Tätigkeiten ausüben als Männer. Zudem werden Risikosportarten bei denen perilunäre Luxationen am häufigsten auftreten meistens von Männern ausgeübt.

Die überwiegende Anzahl der Patienten (12 = 60%) zog sich ihre Verletzung jeweils zur Hälfte bei einem Verkehrsunfall und Sturz zu. Männer erlitten ihre Verletzung dabei in 70% der Fälle während der Arbeitszeit. Möglicherweise lässt dies auch Rückschlüsse auf uneffektive Arbeitsschutzmaßnahmen zu.

### 5.1.2. Altersverteilung der PL und PLF

Die perilunäre Luxation ist eine Verletzung die das jüngere, aktive Lebensalter des Patientengutes betrifft, was folgende Zahlen beweisen:

Der Altersgipfel betraf die Gruppe der 16 – 30 und die der 31 - 40 jährigen mit 14 Läsionen (70%). Das Durchschnittsalter aller Patienten betrug 37,7 Jahre, der jüngste war 15 Jahre alt.

Dies ist fast deckungsgleich mit der in Literatur beschriebenen Verteilung. Das durchschnittliche Alter bei Unfällen beträgt 35 Jahre (*Martinage et al. 2008*), 32 Jahre (*Hildebrand et al. 2000*) und 35 Jahre (*Gabl et al. 1996*) werden ebenfalls genannt. Der jüngste Patient ist 9 Jahre alt (*Massicot et al. 2005*). Bei älteren Patienten findet man beim Sturz auf die überstreckte Hand häufiger Radiusfraktur als perilunäre Luxationen (*Towfigh 1988*).

Auffällig ist weiterhin, dass die perilunäre Luxationsfraktur im Kindesalter nicht vorkommt. Somit kann gefolgert werden, dass die prämaternen Knochen- und Bandstrukturen eine perilunäre Luxation nicht zulassen. Entsprechend einwirkende deformierende Kräfte führen beim Kind typischerweise zum Speichen- und Unterarmbruch, im Falle eines Stauchungstraumas auch zur Ellenbogengelenksfraktur.



### 5.1.3. Klassifikation der PL und PLF

Bei insgesamt 16 Läsionen, die alle operativ behandelt wurden, handelt es sich bei 62,5% um eine perilunäre Luxationfraktur (PLF) und bei 37,5% um eine perilunäre Luxation (PL). Dies ist überwiegend deckungsgleich mit der in früheren Studien beschriebenen Verteilung (*Vögele et al. 1998, Gabl et al. 1996*). Interessant ist, dass in unserer Studie in fast 70% aller Fälle das dominante Gelenk verrenkt wurde. Die Ursache und Begründung hierfür liegt sicherlich in der schnelleren Geschwindigkeit und dem häufig reflexartigen Einsatz der dominanten Hand. Damit erklärt sich auch die höhere Verletzungshäufigkeit.

Die Erstversorgung fand in 9 Fällen (Monoverletzte) innerhalb von 48 Stunden nach dem Trauma statt. Bei 7 Mehrfachverletzten erfolgte die definitive Versorgung zwischen dem 5. – 8. Tag nach dem Unfall in Abhängigkeit des Allgemeinzustandes.

Aus der Literatur weiß man, dass, je größer der Abstand zwischen Unfalltag und Therapie ist, desto schlechter ist die Prognose (*Herzberg et al. 1993*). Dennoch sind die Resultate der Therapie laut Herzberg immer noch akzeptabel, wenn die Verzögerung der Operation nicht länger als 45 Tage beträgt. Damit ist die Entdeckungswahrscheinlichkeit im Universitätsklinikum Jena sehr hoch, die frühe Behandlung in der dortigen Handchirurgie überdurchschnittlich häufig gewährleistet.

### 5.1.4. Dauer der Arbeitsunfähigkeit

Insgesamt betrug die durchschnittliche Dauer der Arbeitsunfähigkeit 12 Wochen. Patienten mit PLF hatten dabei mit durchschnittlich 13 Wochen eine etwas längere Erholungszeit als Patienten mit PL. Deren Arbeitsunfähigkeit belief sich auf nur 10,3 Wochen. Auffällig ist auch, dass der Anteil der Patienten mit schwerer beruflicher Belastung in der Gruppe der PLF 66% betrug. Davon ist immerhin die Hälfte in den alten Beruf zurückgekehrt. Dies könnte zwar auch finanzielle Gründe haben, ist sicherlich aber auch ein deutliches Indiz für eine sehr erfolgreiche Therapie.

### 5.1.5. Berufliche Eingliederung in den alten Beruf

Unabhängig vom Grad der Ausheilung zeigt der Vergleich der beruflichen Wiedereingliederung nach Behandlungsabschluss, dass ein hoher Prozentsatz der Patienten wieder in den alten Beruf zurückkehrte.

Den Luxationspatienten war die Wiederaufnahme der alten Arbeit in 10 Fällen (62,5%) von 16 Luxationen möglich. Nur ein Patient musste wegen starker beruflicher Belastung in seiner ehemaligen Arbeit auf einen anderen Beruf umgeschult werden. Dabei handelte es sich um einen Lageristen. Der hohe manuelle Kraftaufwand dieser Tätigkeit machte es ihm unmöglich, das alte Berufsbild voll abzudecken. Insgesamt 5 Patienten (31,2%) waren insgesamt nicht mehr arbeitsfähig, davon hatten 3 ein Polytrauma erlitten. Trumble berichtet von 45% der Patienten mit perilunären Luxationen, die ihre alte Arbeit aufnehmen konnten. Allerdings konnte das gesamte Patientengut (100%) in das Arbeitsleben zurückkehren (*Trumble et al.*, 2004). Es könnte jedoch sein, dass unsere abweichenden Ergebnisse auf andere, nämlich bessere soziale Rahmenbedingungen zurückzuführen sind.

### 5.2. Analytische Ergebnisse

Unbehandelte perilunäre Luxationen oder perilunäre Luxationsfrakturen führen grundsätzlich zu schlechten Ergebnissen. Folgen können sowohl posttraumatische Arthrose, eine Verminderung des Bewegungsumfanges, ein chronisches Karpaltunnelsyndrom und sogar eine aufreibende Ruptur einer Flexorsehne mit sekundärer chronischer Dislokation des Lunatums sein (*Herzberg et al.* 2002).

Eine erfolgreiche Therapie der perilunären Luxation und der perilunären Luxationsfraktur ist bei Aufrechterhaltung des karpalen Alignments und des Zusammenwachsens der Scaphoidfraktur erreicht. Die Therapieempfehlungen haben sich dabei über die Jahre aus der geschlossenen Reposition (*Russell 1949*), der Exzision des Os lunatums (*MacAusland 1944*), der Entfernung der proximalen Handwurzelreihe (*Camp-bell et al.* 1965), der mediokarpalen Teilarthrodese, der externen Fixation mit oder ohne interne Fixation (*Wagner 1956*) und der offenen Reposition mit Einbringen von stabilisierenden

Osteosyntheseelementen wie etwa Kirschner-Drähten, Herbert-Schrauben und Spongiosaschraube (*Hee et al. 1999, Herzberg et al. 1993, Viegas et al. 1987, DiGiovanni et al. 1995, Herzberg et al. 2002*), ständig weiter entwickelt. Es erweist sich jedoch als schwierig, unsere Ergebnisse aufgrund der unterschiedlichen Operationszugänge und Fixationstechniken mit den Ergebnissen anderer Studien zu vergleichen.

<i>Authors</i>	<i>Fälle</i>	<i>positive Ergebnisse</i>
Palmarer Zugang		
Green und O'Brien	5	3 (60%)
Viegas et al.	6	6 (100%)
Inoue und Imaeda	10	9 (90%)
Moneim et al.	1	1 (100%)
Dorsaler Zugang		
Green und O'Brien	5	3 (60%)
Inoue und Imaeda	1	1 (100%)
Moneim et al.	6	5 (80%)
Washingtonuniversität	25	25 (100%)
Beidseitiger Zugang		
Green und O'Brien	3	2 (67%)
Inoue und Imaeda	3	3 (100%)
Moneim et al.	5	4 (80%)
Sotereanos et al.	11	9 (82%)

*Sotereanos et al.* berichtete über 11 Verletzte, von denen 8 eine perilunäre Luxationsfraktur hatten. Sie hatten beide Verletzungsarten in der Studie jedoch weder getrennt, noch war klar, wie die Scaphoidfrakturen behandelt wurden. Sie berichten nur über eine Handgelenksflexion von 39° (69% der gesunden Hand), einer Extension von 50° (71% der gesunden Hand), einer Radialabduktion von 12° (69% der Gegenseite) und einer Ulnarabduktion von 25° (72% der Gegenseite). Die Griffkraft betrug 23 Kilogramm (77% der Gegenseite). Ein Patient hatte nach einem palmaren Zugang eine erhebliche Adhäsion einer Flexorsehne (*Sotereanos et al. 1997*).

*Herzberg* und *Forissier* berichteten über 14 Patienten, die sich alle eine perilunäre Luxationsfraktur zugezogen hatten. Das Ausmaß der Extension- und Flexionspanne betrug durchschnittlich 49° und 64°. Über die Radial, Ulnarabduktion und Griffkraft wurde nicht berichtet. Alle Scaphoidfrakturen verheilten bis auf die eines Patienten. Dieser unterzog sich einer Operation zur Entfernung der proximalen Handwurzelreihe. Unsere Ergebnisse zeigen im Unterschied zu den anderen Studien ein Ausmaß der Extension von 45°, der Flexion von 55° und eine kombinierte aktive Extension/Flexion von 100°, was 87% der Funktion der gesunden Hand ausmacht. Die Griffkraft der betroffenen Hand betrug durchschnittlich 29,5 Kilogramm, damit 76% der kontralateralen Hand. Bedauerlicherweise sind diese Verletzungen mit langfristigen Schmerzen verbunden. Kein Patient war völlig schmerzfrei und 11 von 16 Patienten hatten leichte Schmerzen, was den Ergebnissen anderer Studien (*Conney et al. 1987*, *Sotereanos et al. 1997*, *Herzberg et al. 2002*) ähnelt. Aber nur ein Patient hatte so starke persistierende Schmerzen, dass er sich auch ein halbes Jahr später einer Handgelenkversteifung unterzog. Die Funktion des Handgelenkes korrelierte dabei signifikant mit den Schmerzen und der durchschnittlichen Extension/Flexion. Die Extensions-, Flexionspanne in unserer Studie (Ext./Flex. 100°) war besser als die Werte 82° und 89° bei anderen (*Hildebrand et al. 2000*, *Sotereanos et al. 1997*). Aus der Tabelle 5.2. kann man ersehen, dass die von uns erzielten Resultate im Einklang stehen mit den Erkenntnissen der umfangreichsten Vergleichsstudien.

Studien	Fälle	PL	PLF	Flex./Ext (°)	Flex./Ext (%kontralat.H.)	Grobkraft (KG)	Grobkraft (%kontralat.Hand)
<b>Jena</b>	16	6	10	100	87	25,5	74
<b>Komurcu</b>	12	0	12	96-130	-	26,3-34	-
<b>Martinage</b>	14	7	7	91	74	34	77
<b>Knoll</b>	25	0	25	113	83	38	80
<b>Trumble</b>	22	22	0	106	80	35	77
<b>Herzberg</b>	14	0	14	112	-	-	79
<b>Hildebrand</b>	23	6	17	82	57	35	73
<b>Sotereanos</b>	11	3	8	89	71	23	77

Tabelle 5.2: Zusammenfassung von Studien mit PL und PLF, - keine Zahlen vorgelegt

Unsere Patienten wurden im Mittel 29 Monaten nach der chirurgischen Therapie nachuntersucht. Zur Messung des Gesamtergebnisses der Operation wurden den Patienten mehrere Fragebögen bei der Nachuntersuchung vorgelegt. Sowohl aus den subjektiven Daten (Befragung) wie auch objektiven Daten (Bewegungs- und Kraftmessungen) wurden der DASH-Score und der Mayo-Score ermittelt. Alle Patienten erreichten anhand des DASH-Scores einen Mittelwert von 31,3 Punkten. Es gibt nur eine Studie über perilunäre Luxationsfrakturen von *Hildebrand et al.*, die einen DASH-Fragebogen benutzt haben. Die Patienten in unserer Studie hatten dabei ein um weniger als die Hälfte schlechteres Ergebnis als bei *Hildebrand* (16 Punkte) (*Hildebrand et al. 2000*). Seine Studie untersuchte jedoch nur Patienten nach mit perilunärer Luxationsfraktur, so dass sein Ergebnis mit unserem nicht gänzlich korrelierbar ist. Wenn man die beiden Gruppen (PL und PLF) unserer Studie einer vergleichenden Bewertung unterzieht, erzielt die PLF Gruppe ein deutlich besseres Ergebnis als die der PL.

Da der DASH-Fragebogen durch den Patienten selber ausgefüllt und damit ausschließlich die subjektive Einschätzung des Patienten dokumentiert wurde, unterlag die Notengebung häufig Kriterien, die auf andere Fälle nicht übertragbar waren. So neigten eher frustrierte und unzufriedene Patient dazu eine tendenziell schlechtere Bewertung abgeben, obwohl deren Leistungsfähigkeit an der operierten Hand objektiv eigentlich als gut eingestuft werden konnte. Indolente Patienten tendieren hingegen dazu, eine bessere Bewertung abzugeben.

Vergleicht man unser Patientengut gemäß Mayo Wrist Scores mit dem anderer Studien die ihre Patienten auch operativ behandelt hatten, zeigt unsere das zweit beste Ergebnis (Tabelle 5.3.). Die unterschiedlichen operativen Zugänge und Fixationstechniken, die unterschiedlichen zeitlichen Abstimmungen der Operationen und postoperativen Behandlungen macht es dabei jedoch leider noch unmöglich, wichtige therapeutische Unterschiede für Rehabilitationsmaßnahmen zu entwickeln.

Die durchschnittliche Nachuntersuchungszeit unserer Studie (29 Monate) war kürzer als bei 5 der 6 anderen (Tabelle 5.3.). Das könnte womöglich zu einem durchschnittlich besseren Ergebnis unserer Studie beigetragen haben. Es könnte nämlich vermutet wer-

den, dass Komplikationen wie Arthrose von Handwurzel und Schmerzzustände erst ein paar Jahre später auftreten. So berichten *Forli et al.* über 67% aller Patienten, die erst nach durchschnittlich 13 Jahren eine Arthrose entwickelt haben (*Forli et al. 2009*). Bei *Herzberg* entwickelten sich diese Beschwerden sogar bei 92% aller Patienten, die im Mittel aber erst nach 8 Jahren nachuntersucht wurden. Es kann andererseits aber auch durchaus so sein, dass fortgeschrittenere Operationstechniken schlicht zu besseren Ergebnissen geführt haben. Dieser Punkt könnte nur durch eine weitere Studie in ein paar Jahren abgeklärt werden.

<i>Studien</i>	<i>Durchschnittliche Nachuntersuchungszeit (mo)</i>	<i>Durchschnittliche Mayo Score</i>
Unsere	29	73
Herzberg et al.	75	79
Conney et al.	50	70
Sotereanos et al.	30	65
Hildebrand et al.	37	66
Souer et al.	45	66
Martinge et al.	25	72

Tabelle 5.3: Auswertung des Mayo Wrist Scores mit durchschnittlicher Nachuntersuchungszeit

Insgesamt brachte der Vergleich der eigenen Ergebnisse mit denen der aktuellen Literatur eine weitestgehende Übereinstimmung der Daten.

In beiden Gruppen konnten nämlich nur durch chirurgische Intervention subjektiv sowie objektiv gute Ergebnisse erzielt werden. Dies könnte bei der gerade erst aufgeworfenen Frage ein Indiz dafür sein, dass die bessere Operationstechnik für den Verlauf der Konvaleszenz auf lange Sicht entscheidender ist als der Zeitraum.

### 6. Schlussfolgerung

Die PL und PLF sind sehr seltene Verletzungen, die vor allem als Folge einer extremen Hyperextension des Handgelenks bei Rasanztraumen auftreten. Da es bei nicht gut ausgeheilten PL oder PLF zu einer Beeinträchtigung des Alltags und des Arbeitslebens kommt, ist es wichtig, möglichst früh eine richtige Diagnosen zu stellen und sofortige Therapiemaßnahmen anzustreben.

Die stark verbesserte Diagnostik der PL und PLF ist dabei von besonderer Bedeutung. Sie hat sich im Verlauf der Zeit technisch so weiter entwickelt, dass sogar die anatomischen Rekonstruktionen mit Hilfe des CTs und des MTRs präzisiert wurden.

Die Therapiewahl hingegen wird immer noch kontrovers diskutiert. Es liegen jedoch leider noch keine Langzeitstudien vor, die die offene mit der gedeckten Methode vergleichen. In den Studien scheint sich aber eine Tendenz zum operativen therapeutischen Vorgehen anzudeuten, dies sowohl bei der PL wie auch der PLF.

Erfreulich ist, dass zusammenfassend 2 exzellente, 2 gute, 9 befriedigende und lediglich nur 3 schlechte Ergebnisse nach Mayo Wrist Score erzielt wurden. Diese Ergebnisse sind in Anbetracht der Verletzungsschwere durchaus sehr zufriedenstellend. Mehr als 60% der Patienten kehrten ins Arbeitsleben zurück. Das diesbezüglich unser Ergebnis einmalig leicht schlechter ist als das anderer Vergleichsstudien, kann möglicher Weise auf weiter entwickelte soziale Absicherungssysteme zurückzuführen sein.

## 7. Literatur

**1. Allieu Y, Asencio G** (1984)

Luxations intracarpiennes. In: Tubiana R, ed. *Traite' de Chirurgie de la Main*, tome 2. Paris: Masson:877-901.

**2. Atkinson LS, Baxley EG** (1994)

Scapholunate dissociation. Am Fam Physician 49: 1845-1850

**3. Böhler, L.** (1954)

Die Technik der Knochenbruchbehandlung. 12.-13., Maudrich, Wien

**4. Böhler, L.** (1977)

Die Technik der Knochenbruchbehandlung. Maudrich, Wien, S 874-895

**5. Bell, J.A.** (1984)

Light touch- deep pressure testing using Semmes-Weinstein monofilaments. In J.M. Hunter et al. (Eds), *Rehabilitation of the hand*, 2.nd Ed., St. Louis: Mosby, 399- 406

**6. Buck -Gramcko, D.** (1982)

Instabilität des Handgelenks. In: Nigst, H. (Hrsg.) *Frakturen, Luxation und Dissoziationen der Karpalknochen*. Bibliothek für Handchirurgie, 175-183, Hippokrates Verlag, Stuttgart 1982

**7. Buck -Gramcko D, Nigst H** (1986)

Handgelenksverletzungen. Hippokrates, Stuttgart: 194-197

**8. Bullinger M, Kirschberger I** . (1998)

SF-36 Fragebogen zum Gesundheitszustand. Göttingen: Hogrefe

**9. Campbell RD, Thompson TC, Lance E, Adler J.** (1965)

Indications for open reduction of lunate and perilunate dislocations of the carpal bones. J Bone Joint Surg;47A:915–937.

**10. Cooney, W., Linscheid, R.J. Dobyns, J.H** (1991)

Fractures and Dislocations of the Wrist. Rockwood, C. A., Green, D. P., Bucholz, R.W. (Eds.): *Fractures in Adults*. 3<sup>rd</sup> ed., J.B. Lippincott, Philadelphia 1991, S.563-678

**11. Cooney WP, Linscheid RL, Dobyns J** . (1994)

Triangular fibrocartilage tears. J Hand Surg;19A:143-154



**12. Dobyns JH, Linscheid RL . (1984)**

Fractures and dislocations of the wrist. In: Rockwood CA, Green DP, eds. Fractures in adults, 2nd ed. Philadelphia: Lippincott:411-509

**13. Destot E , (1905)**

Le poignet et les accidents du travail. Etude radiographique et clinique. Paris: Vigot.

**14. DiGiovanni B, Shaffer J. (1995)**

Treatment of perilunate and transscaphoid perilunate dislocations of the wrist. Am J Orthop;24:818–826.

**15. Ferreres A, Suso S, Foucher G (1995)**

Wrist denervation. Surgical considerations.  
J Hand Surg 20: 769-772

**16. Frick, H. (1992)**

Taschenlehrbuch der gesamten Anatomie. Band 1  
Allgemeine Anatomie Spezielle Anatomie; 4. Aufl.,  
Georg Thieme Verlag Stuttgart, New York 1992

**17. Fisk, G. R. (1970)**

Carpal instability and the fractured scaphoid.  
Ann. Roy. Coll. Surg. Engl., 46(2), 63-76

**18. Filan, S., Herbert, T .,(1998)**

Herbert screw fixation for the treatment of scapholunate ligament rupture  
Hand Surg; 3: 47-56

**19. Frank J., Prahle, H., Marzi, I . (2003)**

Funktionelle Anatomie und Biomechanik des Handgelenks und Radioulnargelekes  
OP -Journal 1: 4-9

**20. Frahm, R., Lowka, K., Vineé, Ph. (1992)**

Computertomographische Diagnostik bei Skaphoidfraktur und pseudarthrose im  
Vergleich zur Röntgenaufnahme  
Handchir. Mikrochir. Plast. Chir., 24(2), 62-66

**21. German, G. Wind, G. Harth, A. (1999)**

Der DASH-Fragebogen - Ein neues Instrument zur Beurteilung von  
Behandlungsergebnissen an der oberen Extremität.  
Handchir Mikrochir Plast Chir; 31: 149-52

- 22. Inesberg, J. Prokop, A. Schellhammer, F. Helling, H.J.** (2002)  
Palmar lunate dislocation, Unfallchirurg, Vol. 105 (12): 1133-8.
- 23. Inoue, G., and Miura, T.** (1991)  
Treatment of Ununited Fractures of the carpal Scaphoid by Iliac Bone Grafts and Herbert Screw Fixation. Int. Orthop. 15 279-282
- 24. Hee HT, Wong HP, Low YP.** (1999)  
Transscaphoid perilunate fracture/dislocations—results of surgical treatment. Ann Acad Med Singapore; 28:791–794
- 25. Herzberg, G., Comtet, JJ., Linscheid, RL., Amadio, PC., Cooney, WP., Stalder, J.** (1993)  
Perilunate dislocations and fracture-dislocations: A multicenter study. J Hand Surg 18:768-779.
- 26. Herzberg, G.** (2005)  
Akute perilunäre Luxationen und Luxationsfrakturen Chirurgische Techniken in Orthopädie und Traumatologie, 1. Auflage Elsevier GmbH München, S 431-444
- 27. Herzberg G, Forissier D.** (2002)  
Acute dorsal trans-scaphoid perilunate fracture-dislocations: medium-term results. J Hand Surg; 27B:498 –502.
- 28. Herbert, T. J., Fisher, W. E.** (1984)  
Management of the fractured scaphoid using a new bone screw.  
J. Bone Joint Surg.[Br], 66(1), 114-123
- 29. Hildebrand, K A , Ross, D C , Patterson, S D , Roth, J H , MacDermid, J C , King, G J.** (2000)  
Dorsal perilunate dislocations and fracture-dislocations: questionnaire, clinical, and radiographic evaluation.  
Journal Hand Surg Am, Vol. 25 (6): 1069-79
- 30. Hoffmann R.** (1997)  
Handchirurgie Checkliste. Thieme, Stuttgart New York: 246, 411
- 31. Hua, Q., Hu, Y.,** (2009)  
Imageology analysis of perilunar dislocation and its clinical application, Zhongguo Gu Shang, Vol. 22 (6): 445-7
- 32. Izge, G. Nurset, K Oral, E., Göktürk, E., Seber, S.,** (1996)  
Normal range of motion of the joints of the upper extremity in male subjects with special references of the inside  
Journal of Bone and Joint Surg 78A: 1401-1404

- 33. Jacob, HA., Kunz, C., Sennwald, G.** (1992)  
Zur Biomechanik des Carpus - Funktionelle Anatomie und Bewegungsanalyse der Karpalknochen. Orthopäde; 21: 81-87
- 34. Komurcu M, Kurklu M, Ozturan KE, Mahirogullari M, Basbozkurt** , (2008)  
M. Early and delayed treatment of dorsal transscaphoid perilunate fracture-dislocations. J Orthop Trauma;22:535–540.
- 35. Knoll VD, Allan C, Trumble TE.** (2005)  
Trans-scaphoid perilunate fracture dislocations: results of screw fixation of the scaphoid and lunotriquetral repair with a dorsal approach. J Hand Surg 2005;30A:1145–1152
- 36. Lindscheid, R.L., and Dobyns, J.H.:** (1985)  
Athletic Injuries of the Wrist. Clin. Orthop. 198 141-151
- 37. Linscheid, R. L., Dobyns, J. H., Beabout, J. W., Bryan, R.S.** (1972)  
Traumatic instability of the wrist. Diagnosis, classification and pathomechanics. J. Bone Joint Surg.[Am], 54(8), 1612-1632
- 38. Levadoux M, Legre R** . (2003)  
Total wrist arthroplasty with Destot prostheses in patients with posttraumatic arthritis. J Hand Surg [Am] 28: 405-413
- 39. Lorea P, Ezzedine R, Marchesi S** : (2004)  
Denervation of the proximal interphalangeal joint: A realistic and simple procedure. Tech Hand Up Extrem Surg 8: 262-265
- 40. Martinage, A , Balaguer, T , Chignon -Sica rd, B , Monteil, M C , Dreant, N , Lebreton, E** , (2008)  
Perilunate dislocations and fracture-dislocations of the wrist Journal: Chir Main, Vol. 27 (1): 31-9
- 41. Massicot, R ., Uzel, A. P ., Ceolin, J. L ., Brouard, P** . (2005)  
Dorsal trans-scaphoid perilunate dislocation in a 9-year-old child. Journal: Eur J Pediatr Surg, Vol. 15 (2): 140-3.
- 42. Mayfield, JK., Johnson, RP., Kilcoyne, RF.** (1976)  
The ligaments of the human wrist and their functional significance. Anat Rec; 186: 417-428

**43. Mayfield, JK., Johnson, RP. (1980)**

Carpal dislocations: Pathomechanics and progressive perilunar instability:  
J Hand surg 5:226-241

**44. Meier R, Lanz U, Krimmer H . (2002)**

Teilfusionen am Handgelenk eine Alternative zur Totalarthrodese.  
Unfallchirurg 105:762-774

**45. Martin Breitenseher (2005)**

MRT Trainer: Obere Extremität  
Georg Thieme Verlag : S 41- 43

**46. Niethard F, Pfeil J . (1997)**

Orthopädie Duale Reihe. 3. Auflage, Hippokrates, Stuttgart, 190-196

**47. O'Brien, E.T . (1984)**

Acute Fractures and Dislocations of the Carpus.  
Orthop.Clin.N.Amer: 15 237-258

**48. Palmer, A.K., Werner, F.W Murphy, D., Glisson, R . (1985)**

Functional wrist motion, a biomechanical study  
Journal of Hand Surg 10A: 39-46

**49. Panting, A. L., Lamb, D.W., Noble, J., and Haw, C. S. (1984)**

Dislocation of the Lunate with and without Fracture of Scaphoid. J.Bone Joint Surg.66-B 391-395

**50. Pechlaner, S., Hussl, H., Kerschbaumer, F. (2000)**

Atlas of Hand Surgery.  
Georg Thieme Verlag, Stuttgart, New York .

**51. Perschi, A. (1938)**

Luxation des Mondbeines nach volar und nicht perilunäre Luxation der Hand nach dorsal. Unfallchirurgie 38:657-661

**52. Platzer, W. (1991)**

Taschenatlas der Anatomie für Studium und Praxis. Band I:  
Bewegungsapparat. Thieme Verlag, Stuttgart: 122-125

**53. Preiss, GA (1952)**

Verletzungen der Gelenke, traumatische Gelenkleiden. In: Schinz WF, Bausch E, Fried E (Hrsg), Lehrbücher der Röntgendiagnostik B II, 5. Auflage, Thieme-Verlag

**54. Rowlings, ID.** (1981)

The management of dislocation of the carpal lunate. Surgery 12:319-330

**55. Rudigier J** : (1997)

Kurzgefasste Handchirurgie. Hippokrates, Stuttgart: 109, 152-153,163, 369

**56. Russell TB.** (1949)

Inter-carpal dislocations and fracture-dislocations.

A review of fifty-nine cases. J Bone Joint Surg; 31B:524–531.

**57. Saffar, P.** (1988)

Perilunar Dislocations of the Carpus. In: Razemon, J. P., and G. R. Fisk (Eds.):

The Wrist. Churchill Livingstone, Edinburgh

**58. Scharizer, E** .(1982)

Die Verletzung des Os lunatum, Frakturen, Luxationen und Dissoziationen der Karpalknochen (Bibliothek für Handchirurgie), hrsg.von H.Nigst, Hippokrates Stuttgart Verlag

**59. Schiebler, TH., Schmidt, W.** (1987)

Lehrbuch der gesamten Anatomie des Menschen. Springer Verlag, Berlin-Heidelberg-New York; 4. Auflage: 268-275

**60. Schindler, G., Schmitt, R., Spitz, J.** (1996)

Frakturen des Skaphoids

In: Schmitt, R., Lanz, U. (Hrsg.), Bildgebende Diagnostik der Hand 149-157, Hippokrates, Stuttgart

**61. Schmidt, H -M., Lanz, U.** (2003)

Chirurgische Anatomie der Hand - 2., überarbeitete und aktualisierte Auflage. Georg Thieme Verlag .

**62. Schmidt R, Lanz U.** (2004)

Bildgebende Diagnostik der Hand, 2. überarbeitete und aktualisierte Auflage Georg Thieme Verlag

**63. Schneck, F.** (1930)

Die Verletzungen der Handwurzeln  
Chir.Orthop.23 S1

**64. Schünke, M., Schulte, E., Schumacher, U., Voll, M., Wesker, K.** (2007)

Prometheus-Lernatlas der Anatomie, Allgemeine Anatomie und Bewegungssystem Georg Thieme Verlag, Seite 280

- 65. Sennwald, G .** (1987)  
Anatomie des Radiokarpalkomplexes. In: Das Handgelenk. Springer Verlag, Berlin-Heidelberg-New York-London-Paris-Tokyo: 13-46
- 66. Solgaard, S., Carlsen, A., Kramhoft, M., Peterson, V.S.** (1986)  
Reproducibility of goniometry of the wrist  
Scand Journal of Reha Med 18: 5-7
- 67. Sotereanos DG, Mitsionis GJ, Giannakopoulos PN, Tomaino, MM, Herndon JH.** (1997)  
Perilunate dislocation and fracture dislocation: a critical analysis of the volar-dorsal approach.  
J Hand Surg;22A:49–56.
- 68. Souer JS, Rutgers M, Andermahr J, Jupiter JB, Ring D.** (2007)  
Perilunate fracture-dislocations of the wrist: comparison of temporary screw versus K-wire fixation. J Hand Surg;32A:318–325.
- 69. Steiger, R., Sennwald, G.** (1990)  
Spätresultate operierter Skaphoidpseudarthrose.  
Handchir. Mikrochir. Plast. Chir., 22(3), 152-155
- 70. Stuhler TH,** (1994)  
Arthrodesen  
Thieme Stuttgart New York, 296-299
- 71. Taleisnik, J.** (1976)  
The ligaments of the wrist.  
J Hand Surg 1976, 1. Aufl., 110-118
- 72. Taleisnik, J.** (1982)  
Scapholunate Dissociation., In: Strickland, J.W., and Steichen J.B. : Difficult Problems in Hand Surgery. C.V. Mosby, St.Louis
- 73. Towfigh, H.** (2001)  
Ellenbogen-Unterarm-Hand, Band II, Kap 26  
Tscherne Unfallchirurgie
- 74. Trumble TE, Culp RW, Hanel DP, Geissler WB, Berger RA** (1999)  
Intra-articular fractures of the distal aspect of the radius.  
Instr.Course Lect. 48, 465-480.

**75. Trumble, T E , Verheyden, J , (2004)**

Treatment of isolated perilunate and lunate dislocations with combined dorsal and volar approach and intraosseous cerclage wire.

J Hand Surg Am, Vol. 29 (3): 412-7,

**76. Viegas, SF., Patterson, RM., Hokanson, JA., Davis, J. (1993)**

Wrist anatomy: Incidence, distribution and correlation of anatomic variations, tears and arthrosis. J Hand Surg; 18A: 463-475

**77. Viegas SF, Bean JW, Schram RA. (1987)**

Transscaphoid fracture/dislocations treated with open reduction and Herbert screw internal fixation. J Hand Surg;12A:992–999.

**78. Voegele, T J ., Wozasek, G E ., Gohritz, A ., Vécsei, V . (1998)**

Conservative versus surgical therapy of perilunar dislocation and dislocation fractures

Handchir Mikrochir Plast Chir, Vol. 31 (4): 248-52

**79. Voigt, C. (2006)**

Verletzungen der Handwurzel. Der Unfallchirurg 4.2006; 313-323

**80. Wagner C . (1956)**

Perilunar dislocations.

J Bone Joint Surg; 38A:1198–1207.

**81. Watson K, Ryu Y (1986)**

Evolution of arthritis of wrist. Chir Orthop 202:57-67

**82. Wilhelm, A. (1958)**

Zur Innervation der Gelenke der oberen Extremität.

Z.Anat.Entwickl.Gesch.120 , 331-371.

## 8. Anhang

### 1. DASH-Fragebogen

Die folgenden Fragen beschäftigen sich sowohl mit Ihren Symptomen als auch Ihren Fähigkeiten, bestimmte Tätigkeiten/ Aktivitäten auszuführen. Bitte beantworten Sie alle Fragen gemäß Ihrem Zustand in der letzten Woche, indem Sie einfach die entsprechende Zahl einkreisen. Es ist nicht entscheidend, mit welchem Arm oder welcher Hand Sie Ihre Tätigkeiten/Aktivitäten ausüben. Antworten Sie einfach entsprechend Ihren Fähigkeiten, egal, wie Sie die Aufgaben meistern konnten.

#### TEIL A:

Bitte schätzen Sie Ihre Fähigkeiten ein, folgende Tätigkeiten/Aktivitäten in der letzten Woche ausführen zu können, indem Sie die entsprechende Zahl einkreisen.

	Keine Schwierigkeiten	Wenig Schwierigkeiten	Merkliche Schwierigkeiten, aber machbar	Erhebliche Schwierigkeiten	Nicht möglich
1. Ein Marmeladen-, Einmach-, Honigglas öffnen	1	2	3	4	5
2. Schreiben	1	2	3	4	5
3. Schlüssel umdrehen	1	2	3	4	5
4. Eine Mahlzeit zubereiten	1	2	3	4	5
5. Eine schwere Tür aufstoßen	1	2	3	4	5
6. Etwas auf ein Regal über Kopfhöhe stellen	1	2	3	4	5
7. Schwere Hausarbeit (Boden putzen, Wände abwaschen)	1	2	3	4	5
8. Garten- oder Hofarbeit	1	2	3	4	5
9. Betten machen	1	2	3	4	5
10. Eine Einkaufstüte oder Aktenkoffer tragen	1	2	3	4	5
11. Schwere Gegenstände tragen (über 10 kg)	1	2	3	4	5
12. Eine Glühbirne über Kopf auswechseln	1	2	3	4	5
13. Haare waschen oder föhnen	1	2	3	4	5
14. Den Rücken waschen	1	2	3	4	5
15. Einen Pullover anziehen	1	2	3	4	5
16. Ein Messer benutzen, um Lebensmittel zu schneiden	1	2	3	4	5
17. Freizeitaktivitäten, die wenig körperliche Anstrengung verlangen (z.B. Karten spielen,	1	2	3	4	5



Stricken usw.)					
18. Freizeitaktivitäten, bei denen Sie Ihren Arm mit mehr oder Weniger Anstrengung benutzen, wie z.B.: Tennis, Heimwerken, Golf usw.	1	2	3	4	5
19. Freizeitaktivitäten, bei denen Sie Ihren Arm frei bewegen (Badminton, Frisbee, Squash)	1	2	3	4	5
20. Am Strassenverkehr teilnehmen oder öffentliche Verkehrsmittel benutzen, um von einem Platz zum anderen zu gelangen	1	2	3	4	5
21. Sexuelle Aktivität	1	2	3	4	5
22. In welchem Ausmaß haben Ihre Schulter-, Arm- oder Handprobleme Ihren normalen sozialen Kontakt zu Familie, Freunden, Nachbarn oder anderen Gruppen während der letzten Woche beeinflusst?	Überhaupt nicht	Kaum	Merklich	Deutlich	Extrem
	1	2	3	4	5
23. Waren Sie in der vergangenen Woche durch Ihre Schulter-, Arm- oder Handprobleme in Ihrer Arbeit oder anderen täglichen Aktivitäten eingeschränkt?	Überhaupt nicht	Kaum eingeschränkt	Merklich eingeschränkt	Deutlich eingeschränkt	Extrem eingeschränkt
	1	2	3	4	5

**Teil B:**

Bitte schätzen Sie die Schwere der folgenden Symptome während der letzten Woche ein. (Bitte kreisen Sie die entsprechende Zahl ein.)

	Keine	Wenig	Mittel	Erheblich	Extrem
24. Schmerzen in Schulter, Arm, Hand	1	2	3	4	5
25. Schmerzen in Schulter, Arm, Hand, nachdem Sie eine bestimmte Tätigkeit ausgeführt haben	1	2	3	4	5
26. Kribbeln (Nadelstiche) in Schulter, Arm, Hand	1	2	3	4	5
27. Schwächegefühl in Schulter, Arm, Hand	1	2	3	4	5
28. Steifheit in Schulter, Arm, Hand	1	2	3	4	5
29. Hatten Sie in der letzten Woche Schlafstörungen wegen der Schmerzen in Schulter, Arm oder Hand?	<div>Keine Schwierigkeiten</div> <div>Wenig Schwierigkeiten</div> <div>Merkliche Schwierigkeiten</div> <div>Erhebliche Schwierigkeiten</div> <div>So viele Schwierigkeiten, dass ich nicht schlafen konnte</div>				
	1	2	3	4	5
30. Durch meine Probleme in Schulter, Arm oder Hand fühle ich mich weniger fähig, mein Selbstvertrauen ist eingeschränkt, und ich kann mich weniger nützlich machen.	<div>Stimme überhaupt nicht zu</div> <div>Stimme nicht zu</div> <div>Weder Zustimmung noch Ablehnung. Weiß nicht</div> <div>Stimme zu</div> <div>Stimme sehr zu</div>				
	1	2	3	4	5

**Teil C: Sport oder Musikinstrumente**

Die folgenden Fragen beziehen sich auf den Einfluß, den Ihr Schulter-, Arm- oder Handproblem auf das Spielen Ihres Musikinstrumentes oder das Ausüben Ihres Sports hatte.

Wenn Sie mehr als ein Instrument spielen oder mehr als eine Sportart ausüben, so geben Sie bitte an, welches Instrument oder welche Sportart für Sie am wichtigsten ist.

---



---



---

Bitte kreisen Sie die Zahl ein, die Ihre körperliche Leistungsfähigkeiten in der letzten Woche am besten beschreibt.

Hatten Sie irgendwelche Schwierigkeiten:

	Keine Schwierigkeiten	Wenig Schwierigkeiten	Merkliche Schwierigkeiten, aber machbar	Erhebliche Schwierigkeiten	Nicht möglich
1. In der üblichen Art und Weise, Ihr Musikinstrument zu spielen oder Sport zu treiben?	1	2	3	4	5
2. Wegen der Schmerzen in Schulter/Arm/Hand Ihr Musikinstrument zu spielen oder Sport zu treiben?	1	2	3	4	5
3. So gut, wie Sie es gewohnt waren, Ihr Musikinstrument zu spielen oder Sport zu treiben?	1	2	3	4	5
4. Ihre gewohnte Zeit mit dem Spielen Ihres Musikinstru- mentes oder mit Sporttreiben zu verbringen?	1	2	3	4	5

## 2. Mayo Modified Wrist Score

Nach Cooney, W.C., Linscheid, R.L., Dobyns, J.H.

### Pain points

No pain	25
Mild occasional	20
Moderate	15
Severe to intolerable	0

### Functional Status

Return to regular employment	25
Restricted employment	20
Able to work, unemployed	15
Unable to work, pain	0

### Motion

Total motion Percentage of normal  
Ext/Flex

≥120°	/ 90 - 100	25
100° - 119°	/ 80 - 89	20
90° - 99°	/ 70 - 79	15
60° - 89°	/ 50 - 69	10
30° - 59°	/ 25 - 49	5
0° - 29°	/ 0 - 24	0

### Grip Strength

Percentage of normal

90 – 100	25
75 – 89	15
50 – 74	10
25 – 49	5
0 – 24	0

Für den *Mayo Modified Wrist Score* gilt der folgende Maßstab:

exzellent	91 – 100
gut	80 – 90
mittelmäßig	65 – 79
schlecht	< 65

### 3. Lebenslauf

#### Persönliche Daten

Name:	Kateřina Plíhalová
Geburtsort:	Budweis
Geburtsdatum:	03.03.1984
Staatsangehörigkeit:	tschechisch
Familienstand:	ledig

#### Bildungsweg

1990 - 1995	Grundschule Budweis
1995 - 2003	Privates tschechisches Gymnasium, Budweis
2003- 2004	Deutsche Sprachprüfung für den Hochschulzugang ausländischer Bewerber an der FSU Jena
2004- 2010	Medizinstudium an der Friedrich-Schiller-Universität Jena

#### Praktika

08/2004	Krankenpflegepraktikum in Prag
03/2004	Krankenpflegepraktikum in Budweis
03/2005	Krankenpflegepraktikum in Jena
07/2007	Chirurgische Praxis in Luxemburg
03/2008	Famulatur Unfall-, Hand- und Wiederherstellungs- chirurgie in Jena
10/2008	Famulatur Innere Medizin in Pokhara (Nepal)
03/2009	Famulatur Pädiatrie in Friedrichshafen
2006-2008	Studentische Hilfskraft in der Neuro- und Unfallchirurgie an der Universität Jena

#### Zusätzliche Informationen

Wahlfächer	Kinderchirurgie (2006) Physikalische Medizin (2008) MRT Basiskurs (2009)
Sprachen	tschechisch (Muttersprache) deutsch (fließend) englisch (gute Kenntnisse)

#### **4. Danksagung**

Hiermit danke ich allen, die mir diese Arbeit ermöglicht und durch ihre Unterstützung zum Gelingen beigetragen haben.

Mein besonderer Dank gilt:

Herrn Dr. R. Schmidt für die Vergabe des Themas und die freundliche und konstruktive Unterstützung bei der Durchführung der Arbeit.

Herrn Prof. Hofmann für die Zweitkorrektur.

Herrn Prof. Dr. Smolenski für die Möglichkeit der Kraftmessung im Ergometrie in der Abteilung für Physikalische Medizin, Universität Jena.

Herrn Stefan Derlien, Sportwissenschaftler, Abteilung für Physikalische Medizin, der mir bei der Generierung und Auswertung der Daten stets tatkräftig bei Seite stand.

Allen Patienten, die sich bereiterklärt haben, bei der Nachuntersuchung teilzunehmen.

## 5. Ehrenwörtliche Erklärung

Hiermit erkläre ich,

- dass mir die Promotionsordnung der Medizinischen Fakultät der Friedrich-Schiller Universität bekannt ist,
- ich die Dissertation selbst angefertigt habe und alle von mir benutzten Hilfsmittel, persönlichen Mitteilungen und Quellen in meiner Arbeit angegeben sind,
- mich folgende Personen bei der Auswahl und Auswertung des Materials sowie bei der Herstellung des Manuskripts unterstützt haben: Dr. Schmidt, Prof. Hofmann und Erwin Harzheim,
- die Hilfe eines Promotionsberaters nicht in Anspruch genommen wurde und dass Dritte weder unmittelbar noch mittelbar geldwerte Leistungen von mir für Arbeiten erhalten haben, die im Zusammenhang mit dem Inhalt der vorgelegten Dissertation stehen,
- dass ich die Dissertation noch nicht als Prüfungsarbeit für eine staatliche oder andere wissenschaftliche Prüfung eingereicht habe und
- dass ich die gleiche, eine in wesentlichen Teilen ähnliche oder eine andere Abhandlung nicht bei einer anderen Hochschule als Dissertation eingereicht habe.

Ort, Datum

Unterschrift des Verfassers